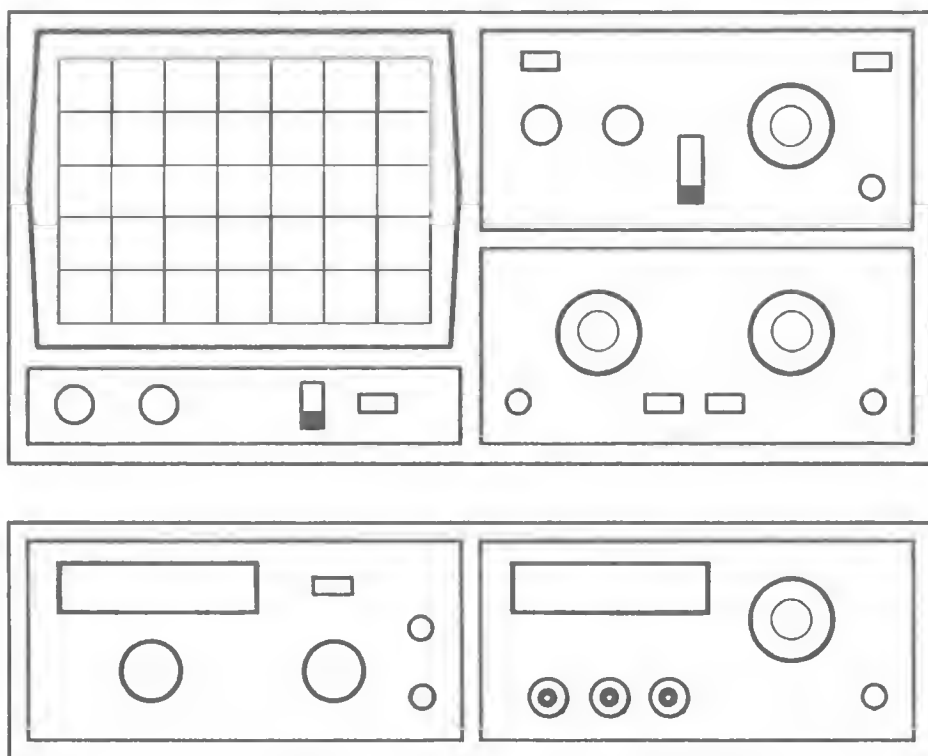


MANUAL

Oszilloskop HM305



**Oszilloskop-Datenblatt
mit technischen Einzelheiten**

Bedienungsanleitung

Allgemeine Hinweise	M 1
Aufstellung des Gerätes	M 1
Sicherheit	M 1
Betriebsbedingungen	M 2
Garantie	M 2
Wartung	M 2
Schutz-Schaltung	M 2
Netzspannung	M 2
Art der Signalspannung	M 3
Größe der Signalspannung	M 3
Zeitwerte der Signalspannung	M 5
Anlegen der Signalspannung	M 6
Bedienelemente	M 7
Inbetriebnahme und Voreinstellungen	M 8
Strahldrehung	M 8
Tastkopf-Abgleich und Anwendung	M 8
Abgleich 1kHz, Abgleich 1MHz	M 9
Betriebsarten der Vertikalverstärker	M10
XY-Betrieb	M10
Phasenvergleich mit Lissajous-Figur	M10
Phasendifferenz-Messung im Zweikanalbetrieb	M11
Messung einer Amplitudenmodulation	M11
Triggerung und Zeitablenkung	M12
Automatische Spitzenwert-Triggerung	M12
Normaltriggerung	M13
Flankenrichtung	M13
Triggerkopplung	M13
TV-Triggerung	M13
Netztriggerung	M14
Alternierende Triggerung	M15
Externe Triggerung	M15
Triggeranzeige	M15
Holdoff-Zeit-Einstellung	M15
Y-Überbereichsanzeige	M16
Komponenten-Test	M16
Testbilder	M18

Speicherbetrieb

Signal-Erfassungsarten	M19
Bedienelemente des Speicherteils und ihre Funktion	M19
Speicherauflösung	M21
Maximale Signalfrequenz im Speicherbetrieb	M22
Vertikalverstärker-Betriebsarten	M22
HAMEG-Schnittstelle	M22
Sicherheitshinweis	M24

Oszilloskop HM305

Testplan

Allgemeines	T 1
Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung	T 1
Astigmatismuskontrolle	T 1
Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers ..	T 1
Kalibration des Vertikalverstärkers	T 1
Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers	T 2
Betriebsarten: CH.I/II, DUAL, ADD, CHOP., INVERT- und XY-Betrieb	T 2
Kontrolle Triggerung	T 3
Zeitablenkung	T 3
Hold-Off-Zeit	T 4
Komponenten-Tester	T 4
Korrektur der Strahlage	T 4

Service-Anleitung

Allgemeines	S 1
Öffnen des Gerätes	S 1
Betriebsspannungen	S 1
Maximale und minimale Helligkeit	S 1
Astigmatismus	S 1
Triggerschwelle	S 2
Fehlersuche im Gerät	S 2
Austausch von Bauteilen	S 2
Abgleich	S 2

Kurzanleitung	K 1
----------------------------	-----

**Bedienungselemente
mit Frontbild**

.....	K 2
-------	-----

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung

HAMEG Meßgeräte erfüllen die Bestimmungen der EMV Richtlinie. Bei der Konformitätsprüfung werden von HAMEG die gültigen Fachgrund- bzw. Produktnormen zu Grunde gelegt. In Fällen wo unterschiedliche Grenzwerte möglich sind, werden von HAMEG die härteren Prüfbedingungen angewendet. Für die Störaussendung werden die Grenzwerte für den Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung.

Die am Meßgerät notwendigerweise angeschlossenen Meß- und Datenleitungen beeinflussen die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte in erheblicher Weise. Die verwendeten Leitungen sind jedoch je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Im praktischen Meßbetrieb sind daher in Bezug auf Störaussendung bzw. Störfestigkeit folgende Hinweise und Randbedingungen unbedingt zu beachten:

1. Datenleitungen

Die Verbindung von Meßgeräten bzw. ihren Schnittstellen mit externen Geräten (Druckern, Rechnern, etc.) darf nur mit ausreichend abgeschirmten Leitungen erfolgen. Sofern die Bedienungsanleitung nicht eine geringere maximale Leitungslänge vorschreibt, dürfen Datenleitungen zwischen Meßgerät und Computer eine Länge von 3 Metern aufweisen. Ist an einem Geräteinterface der Anschluß mehrerer Schnittstellenkabel möglich, so darf jeweils nur eines angeschlossen sein.

Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel sind die von HAMEG beziehbaren doppelt geschirmten Kabel HZ72S bzw. HZ72L geeignet.

2. Signalleitungen

Meßleitungen zur Signalübertragung zwischen Meßstelle und Meßgerät sollten generell so kurz wie möglich gehalten werden. Falls keine geringere Länge vorgeschrieben ist, dürfen Signalleitungen eine Länge von 3 Metern nicht erreichen.

Alle Signalleitungen sind grundsätzlich als abgeschirmte Leitungen (Koaxialkabel -RG58/U) zu verwenden. Für eine korrekte Masseverbindung muß Sorge getragen werden. Bei Signalgeneratoren müssen doppelt abgeschirmte Koaxialkabel (RG223/U, RG214/U) verwendet werden.

3. Auswirkungen auf die Meßgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Meßaufbaues über die angeschlossenen Meßkabel zu Einspeisung unerwünschter Signale in das Meßgerät kommen. Dies führt bei HAMEG Meßgeräten nicht zu einer Zerstörung oder Außerbetriebsetzung des Meßgerätes.

Geringfügige Abweichungen des Meßwertes über die vorgegebenen Spezifikationen hinaus können durch die äußeren Umstände in Einzelfällen jedoch auftreten.

Dezember 1995

HAMEG GmbH

**KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE**



Name und Adresse des Herstellers
Manufacturer's name and address
Nom et adresse du fabricant

HAMEG GmbH
Kelsterbacherstraße 15-19
D - 60528 Frankfurt

HAMEG S.a.r.l.
5, av de la République
F - 94800 Villejuif

Die HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. herewith declares conformity of the product
HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l. déclare la conformité du produit

Bezeichnung / Product name / Designation: **30MHz Analog-/Digital Oszilloskop**

Typ / Type / Type: **HM305**

Optionen / Options / Options:

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des équipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité

EN 61010-1: 1993 / IEC (CEI) 1010-1: 1990 A 1: 1992 / VDE 0411: 1994
Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: I
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 50082-2: 1995 / VDE 0839 T82-2
ENV 50140: 1993 / IEC (CEI) 1004-4-3: 1995 / VDE 0847 T3
ENV 50141: 1993 / IEC (CEI) 1000-4-6 / VDE 0843 / 6
EN 61000-4-2: 1995 / IEC (CEI) 1000-4-2: 1995 / VDE 0847 T4-2: Prüfscharfe / Level / Niveau = 2

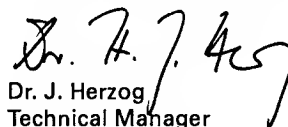
EN 61000-4-4: 1995 / IEC (CEI) 1000-4-4: 1995 / VDE 0847 T4-4: Prüfscharfe / Level / Niveau = 3

EN 50081-1: 1992 / EN 55011: 1991 / CISPR11: 1991 / VDE 0875 T11: 1992
Gruppe / group / groupe = 1, Klasse / Class / Classe = B

Datum / Date / Date

14.12.1995

Unterschrift / Signature / Signatur


Dr. J. Herzog
Technical Manager
Directeur Technique

Technische Daten

Vertikal-Ablenkung

Betriebsarten: Kanal I oder Kanal II einzeln, Kanal I und Kanal II alternierend oder chop., (Chopperfrequenz ca. 0,5MHz)
Summe oder Differenz von KI und KII, (beide Kanäle invertierbar)
XY-Betrieb: über Kanal I u. Kanal II (analog)
Frequenzbereich: 2x DC bis 30MHz (-3dB)
Anstiegszeit: <12ns. Überschwinger: ≤1%
Ablenkkoeffizienten: 12 kalibrierte Stellungen von 5mV/cm bis 20V/cm mit 1-2-5 Teilung, Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: ±3% variabel 2,5:1 bis mindestens 50V/cm
Y-Dehnung x5 (kalibriert) bis 1mV/cm ±5% im Frequenzbereich 0 bis 10MHz (-3dB)
Eingangsimpedanz: 1MΩ II 20pF
Eingangskopplung: DC - AC - GD (Ground)
Eingangsspannung: max. 400V (DC + Spitze AC)

Triggerung

Automatik (Spitzenwert): <20Hz-100MHz (≤5mm), Normal: DC→100MHz, Triggeranzeige mit LED
Flankenrichtung: positiv oder negativ
Alternierende Triggerung von KI und KII.
Quellen: Kanal I, Kanal II, Netz, extern
Kopplung: AC (≥10Hz - 100MHz), DC (0 - 100MHz), LF (0 - ≤1,5kHz)
Triggerung ext.: ≥0,3V_{eff} von 30Hz bis 30MHz
Aktiver TV-Sync-Separator (pos. und neg.)

Horizontal-Ablenkung

Zeitkoeffizienten (analog): 20 kalibr. Stellungen von 0,2s/cm bis 0,1μs/cm mit 1 - 2 - 5 Teilung, Genauigkeit der kalibrierten Stellungen: ±3% variabel 2,5:1 bis maximal 0,5s/cm, mit X-Dehnung x10 bis 10ns/cm ±5%
Hold-off-Zeit: variabel bis ca. 10:1
Zeitkoeffizienten (digital): 22 kalibr. Stellungen von 50s/cm bis 5μs/cm mit 1 - 2 - 5 Teilung, mit X-Dehnung x10 bis ca. 0,5μs/cm ±5%
Bandbreite X-Verstärker: 0-3MHz (-3dB)
Eingang X-Verstärker über Kanal II, Empfindlichkeiten wie K II
X-Y-Phasendifferenz: <3° unter 220kHz

Digitale Speicherung

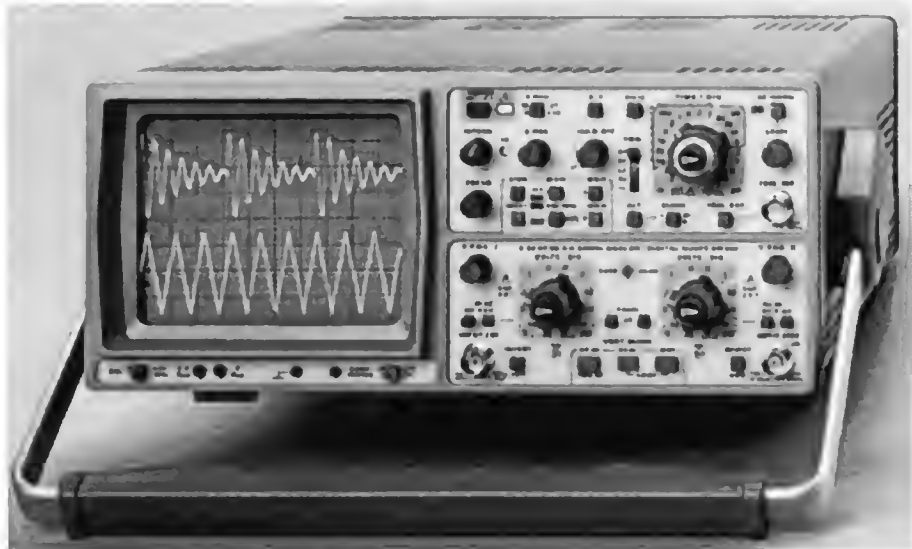
Betriebsarten: Refresh, Roll, Single (mit Reset-Taste u. Ready-LED-Anzeige), Hold KI u. KII, autom. Dot Joiner
Abtastrate: max. 40MS/s pro Kanal
Pretrigger: 0 oder 50%
Speichertiefe: 2048x8 bit pro Kanal.
Auflösung: vertikal 25 Pkte/cm, horiz. 200 Pkte/cm
Mit X-Dehnung x10: horizontal 20 Pkte/cm
Option: Schnittstelle für HAMEG-Graphic-Printer und Multifunktions-Interface HO79-5

Komponententester

Testspannung: ca. 6V_{eff} (Leerlauf)
Teststrom: max. 5mA_{eff} (Kurzschluß)
Testfrequenz: ca. 50Hz
Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter)

Verschiedenes

Röhre: D14-364 GY/123, 8x10cm, 2kV, Rechteckform, Innenraster, Schnellheizung
Strahldrehung: auf Frontseite einstellbar
Kalibrator: Rechteckgenerator (t_r <4ns) ≈1kHz / 1MHz; Ausgang: 0,2V ±1% und 2V
Netzanschluß: 100 - 240V~, ±10%, 50/60Hz
Leistungsaufnahme: ca. 46 Watt bei 50Hz
Zul. Umgebungstemperatur: -10°C...+40°C
Schutzart: Schutzklasse I (IEC1010-1/VDE 0411)
Gewicht: ca. 6kg. Farbe: techno-braun
Gehäusemaße: B 285, H 125, T 380mm



30MHz Analog-/Digital-Skop HM 305

Analog: 2 Kanäle 0 - 30MHz, 1mV/cm - 50V/cm, Komponententester
 Zeitbasis 0,5s - 10ns/cm, Triggerung 0 - 100MHz.

Digital: Max. Abtastrate 2 x 40MS/s, Speicher 2 x 2048x8 bit,
 Zeitbasis 50s - 0,5μs/cm, Pre-Trigger, Dot-Joiner.

Das neue Analog-/Digital-Oszilloskop **HM305** bietet einen Leistungsstandard, der seinem jahrelang weltweit erfolgreichen Vorgänger **HM205** alle Ehre macht.

Im Speicherbetrieb beträgt die Abtastrate jetzt für jeden Kanal max. **40MS/s**, so daß auch im "Single"-Betrieb z.B. ein **2MHz** Signal immer noch mit **20 Punkten** pro Periode dargestellt wird. Hinzu kommt, daß auch diese mit Hilfe des vorhandenen "Dot-Joiners" linear verbunden sind. Die Speichertiefe von **2048 Byte / Kanal** gewährleistet eine **hohe Horizontalauflösung** (200 Abtastpunkte / cm). Außerdem ist die hohe Aktualisierungsrate des **HM305**. Mit Hilfe des Pre-Triggers (50%) ist auch die Vorgeschichte von Signalen darstellbar.

Die Bedienung des Speicherteils ist extrem einfach. Das Drücken der "STORE"-Taste genügt, damit die folgenden, am Scope-Eingang ankommenden Signale digital gespeichert werden. Dies kann im "Single", "Refresh"- oder "Roll"-Modus erfolgen. Wird nach der Aufnahme eine der "HOLD"-Tasten gedrückt, bewirkt dies das "Einfrieren" des jeweiligen Speicherinhalts, der auch über die **HAMEG-Schnittstelle (Option HO82)** auf den Graphic-Printer **HD148** übertragbar ist. Für das Verarbeiten der Daten über PC's bzw. HPGL-Plotter oder Matrix-Drucker steht ein Multifunktions-Interface (**HO79-5**) inkl. Software zur Verfügung.

Die Ausstattung für den Analogbetrieb ist ebenfalls sehr großzügig. Sie entspricht in allen Details dem Oszilloskop **HM303**. Auch die Stromversorgung des **HM305** erfolgt durch ein **leistungssparendes Schaltnetzteil** ohne Spannungsumschaltung. Die im Gerät vorhandenen Drehschalter haben ebenfalls nur Kaltschalt-Funktionen und können die Signalwege selbst nicht beeinflussen.

Besonders bei wechselndem Gebrauch zwischen Analog- und Speicherbetrieb zeigt sich, wie einfach und praxisnah der neue **HM305** zu bedienen ist.

Foto gespeicherter Video-Signale

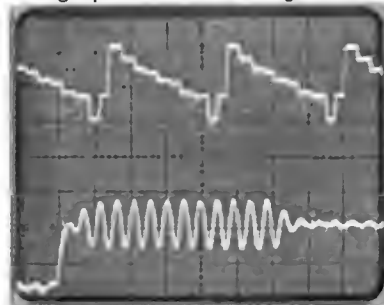
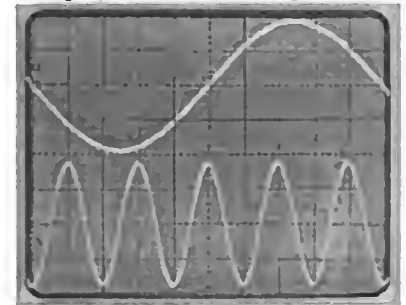





Foto gespeicherter Sinus-Signale



Symbole

-  Bedienungsanleitung beachten
-  Hochspannung
-  Erde

Allgemeines

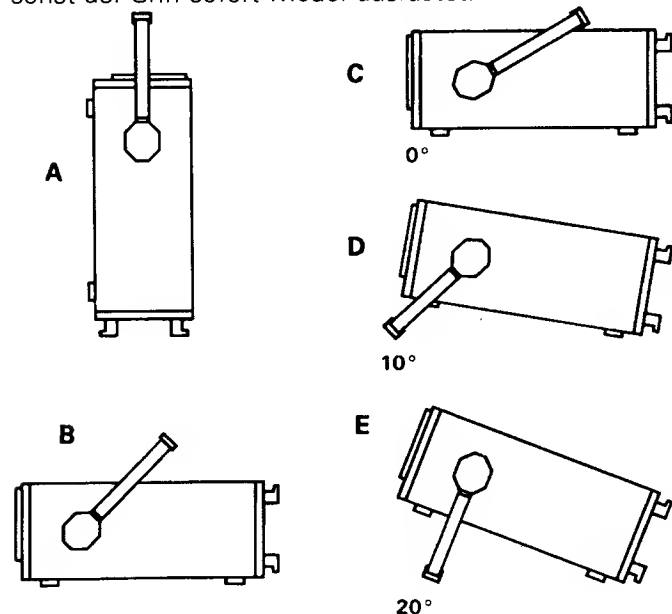
Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

Aufstellung des Gerätes

Für die optimale Betrachtung des Bildschirms kann das Gerät in drei verschiedenen Positionen aufgestellt werden (siehe Bilder C, D, E). Wird das Gerät nach dem Tragen senkrecht aufgesetzt, bleibt der Griff automatisch in der Tragestellung stehen, siehe Abb. A.

Will man das Gerät waagrecht auf eine Fläche stellen, wird der Griff einfach auf die obere Seite des Oszilloskops gelegt (Abb. C). Wird eine Lage entsprechend Abb. D gewünscht (10° Neigung), ist der Griff, ausgehend von der Tragestellung A, in Richtung Unterkante zu schwenken bis er automatisch einrastet. Wird für die Betrachtung eine noch höhere Lage des Bildschirms erforderlich, zieht man den Griff wieder aus der Raststellung und drückt ihn weiter nach hinten, bis er abermals einrastet (Abb. E mit 20° Neigung).

Der Griff läßt sich auch in eine Position für waagrechtes Tragen bringen. Hierfür muß man diesen in Richtung Oberseite schwenken und, wie aus Abb. B ersichtlich, ungefähr in der Mitte schräg nach oben ziehend einrasten. Dabei muß das Gerät gleichzeitig angehoben werden, da sonst der Griff sofort wieder ausrastet.



Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß **VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Meß-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte**, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Es entspricht damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 1010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Service-Anleitung enthalten sind. **Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden.** Das Gerät entspricht den Bestimmungen der **Schutzklasse I**.

Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200V Gleichspannung geprüft.

Durch Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u.U. netzfrequente Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines Schutz-Trenntransformators der Schutzklasse II leicht zu vermeiden. Das Gerät darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden.

Der Netzstecker muß eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Die meisten Elektronenröhren generieren γ -Strahlen. Bei diesem Gerät bleibt die **Ionendosisleistung weit unter dem gesetzlich zulässigen Wert von 36 pA/kg**.

Wenn anzunehmen ist daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

Betriebsbedingungen

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs reicht von +10°C... +40°C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen -40°C und +70°C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muß das Gerät ca. 2 Stunden aklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen. Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!

Nennzeiten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmszeit von min. 20 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur zwischen 15°C und 30°C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen Qualitätstest mit 10-stündigem „burn-in“. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dem folgt ein 100% Test jedes Gerätes, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden.

Dennoch ist es möglich, daß ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle Geräte eine **Funktionsgarantie von 2 Jahren** gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition wird empfohlen, die Originalverpackung zu verwenden. Transport- oder sonstige Schäden, verursacht durch grobe Fahrlässigkeit, werden von der Garantie nicht erfaßt.

Bei einer Beanstandung sollte man am Gehäuse des Gerätes eine stichwortartige Fehlerbeschreibung anbringen. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung.

Wartung

Verschiedene wichtige Eigenschaften des Oszilloskops sollten in gewissen Zeitabständen sorgfältig überprüft werden. Nur so besteht eine weitgehende Sicherheit, daß alle Signale mit der den technischen Daten zugrundeliegenden Exaktheit dargestellt werden. Die im Testplan dieses Manuals beschriebenen Prüfmethode sind ohne großen Aufwand an Meßgeräten durchführbar. Sehr empfehlenswert ist jedoch ein **SCOPE-TESTER HZ60**, der trotz seines niedrigen Preises Aufgaben dieser Art hervorragend erfüllt.

Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem Staubpinsel gereinigt werden. Hartnäckiger Schmutz an Gehäuse und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen läßt sich mit einem angefeuchteten Tuch (Wasser + 1% Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspiritus oder Waschbenzin (Petroleumäther) benutzt werden. Die Sichtscheibe darf nur mit Wasser oder Waschbenzin (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gereinigt werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben. Nach der Reinigung sollte sie mit einer handelsüblichen antistatischen Lösung, geeignet für Kunststoffe, behandelt werden. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Schutz-Schaltung

Dieses Gerät ist mit einem Schaltnetzteil ausgerüstet, welches über Überstrom und -spannungs Schutzschaltungen verfügt. Im Fehlerfall kann ein, sich periodisch wiederholendes, tickendes Geräusch hörbar sein.

Netzspannung

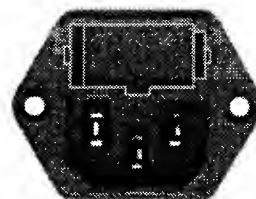
Das Gerät arbeitet mit Netzwechselspannungen von 100V bis 240V. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen.

Die Netzeingangssicherungen sind von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Der Sicherungshalter befindet sich über der 3poligen Netzstecker-Buchse.

Ein Auswechseln der Sicherungen darf und kann (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Buchse entfernt wurde. Mit einem geeigneten Schraubenzieher (Klingenbreite ca. 2mm) werden die, an der linken und rechten Seite des Sicherungshalters befindlichen, Kunststoffarretierungen nach Innen gedrückt. Der Ansatzpunkt ist am Gehäuse mit zwei schrägen Führungen markiert. Beim Entriegeln wird der Sicherungshalter durch Druckfedern nach außen gedrückt und kann entnommen werden. Jede Sicherung kann dann entnommen und ebenso ersetzt werden. Es ist darauf zu achten, daß die zur Seite herausstehenden Kontaktfedern nicht verbogen werden. Das Einsetzen des Sicherungshalters ist nur möglich, wenn der Führungsteg zur Buchse zeigt. Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis beide Kunststoffarretierungen einrasten. Die Verwendung „geflickter“ Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Garantieleistungen.

Sicherungstyp:

Größe **5 x 20 mm**; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: **träge (T)** 0,8A.



Art der Signalspannung

Der HM305 erfaßt praktisch alle sich periodisch wiederholenden Signalarten, von Gleichspannung bis Wechselspannungen mit einer **Frequenz von mindestens 30MHz** (−3dB).

Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überspringen beeinflusst wird.

Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Beim Messen ist ein ab ca. 12MHz zunehmender Meßfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei ca. 18MHz beträgt der Abfall etwa 10%, der tatsächliche Spannungswert ist dann ca. 11% größer als der angezeigte Wert. Wegen der differierenden Bandbreiten der Vertikalverstärker (−3dB zwischen 32MHz und 35MHz), ist der Meßfehler nicht so exakt definierbar.

Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren **Oberwellenanteile** übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muß deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers. Bei der Auswertung solcher Signale ist dieser Sachverhalt zu berücksichtigen.

Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u.U. eine Veränderung der **HOLD OFF**- und/oder der **Zeitbasis-Feineinstellung** erforderlich.

Fernseh-Video-Signale (FBAS-Signale) sind mit Hilfe des **aktiven TV-Sync-Separator** leicht triggerbar.

Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch. Beispielsweise wird bei ca. 30MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (10ns/cm) alle 3,3cm ein Kurvenzug geschrieben.

Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat der Vertikalverstärker-Eingang einen **DC/AC**-Schalter (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung **DC** sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden, bzw. wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

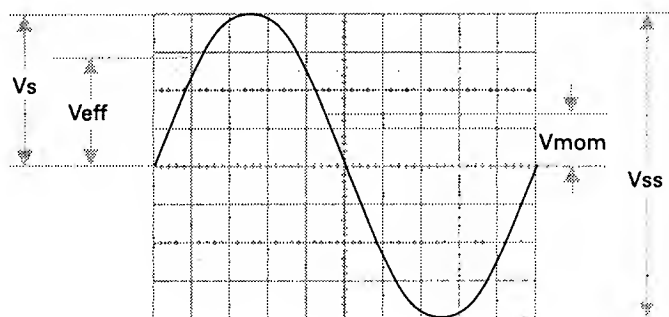
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC**-Kopplung (Wechselstrom) des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (**AC**-Grenzfrequenz ca. 1,6Hz für 3dB). In diesem Falle ist, wenn die Signalspannung nicht einer hohen Gleichspannung überlagert ist, die **DC**-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muß

vor den Eingang des auf **DC**-Kopplung geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC**-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impulssignalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit **DC**-Kopplung gemessen werden.

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der V_{ss} -Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muß der sich in V_{ss} ergebende Wert durch $2 \times \sqrt{2} = 2,83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in V_{eff} angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in V_{ss} haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



Spannungswerte an einer Sinuskurve

V_{eff} = Effektivwert; V_s = einfacher Spitzenwert;

V_{ss} = Spitze-Spitze-Wert; V_{mom} = Momentanwert (zeitabhängig)

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt $1mV_{ss}$ ($\pm 5\%$), wenn die Drucktaste **Y-MAG. x5** gedrückt ist und der Feinstellknopf des auf 5mV/cm eingestellten Eingangsteilerschalters sich in seiner kalibrierten Stellung **CAL.** (Rechtsanschlag) befindet. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoefizienten am Eingangsteiler sind in mV_{ss}/cm oder V_{ss}/cm angegeben. **Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoefizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm.** Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. **Für Amplitudenmessungen muß der Feinsteller am Eingangsteilerschalter in seiner kalibrierten Stellung CAL. stehen** (Pfeil waa-

gerecht nach rechts zeigend). Wird der Feinstellknopf nach links gedreht, verringert sich die Empfindlichkeit in jeder Teilerschalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung eingestellt werden. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang sind **Signale bis 400V_{ss}** darstellbar (Teilerschalter auf 20V/cm, Feinsteller auf Linksanschlag).

Mit den Bezeichnungen

H = Höhe in cm des Schirmbildes,

U = Spannung in V_{ss} des Signals am Y-Eingang,

A = Ablenkoeffizient in V/cm am Teilerschalter läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H \quad H = \frac{U}{A} \quad A = \frac{U}{H}$$

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen beim HM305 innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):

H zwischen 0,5cm und 8cm, möglichst 3,2cm und 8cm,

U zwischen 1mV_{ss} und 160V_{ss},

A zwischen 1mV/cm und 20V/cm in 1-2-5 Teilung.

Beispiele:

Eingest. Ablenkoeffizient **A** = 50mV/cm \triangleq 0,05V/cm, abgelesene Bildhöhe **H** = 4,6cm,

gesuchte Spannung U = 0,05x4,6 = 0,23V_{ss}

Eingangsspannung **U** = 5V_{ss},

eingestellter Ablenkoeffizient **A** = 1V/cm,

gesuchte Bildhöhe H = 5:1 = 5cm

Signalspannung **U** = 230V_{eff} x $2\sqrt{2}$ = 651V_{ss}

(Spannung > 160V_{ss}, mit Tastteiler 10:1 U = 65,1V_{ss}),

gewünschte Bildhöhe **H** = mind. 3,2cm, max. 8cm,

maximaler Ablenkoeffizient **A** = 65,1:3,2 = 20,3V/cm,

minimaler Ablenkoeffizient **A** = 65,1:8 = 8,1V/cm,

einzustellender Ablenkoeffizient A = 10V/cm

Die Spannung am Y-Eingang darf 400V (unabhängig von der Polarität) nicht überschreiten. Ist das zu

messende Signal eine Wechselspannung die einer Gleichspannung überlagert ist (Mischspannung), beträgt der höchstzulässige Gesamtwert beider Spannungen (Gleichspannung und einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) ebenfalls + bzw. -400V (siehe Abbildung. Wechselspannungen, deren Mittelwert Null ist, dürfen maximal 800V_{ss} betragen).

Beim Messen mit Tastteilern sind deren höhere Grenzwerte nur dann maßgebend, wenn DC-Eingangskopplung am Oszilloskop vorliegt. Für Gleichspannungsmessungen bei AC-Eingangskopplung gilt der niedrigere Grenzwert des Oszilloskopeingangs (400V).

Der aus dem Widerstand im Tastkopf und dem 1M Ω Eingangswiderstand des Oszilloskops bestehende Spannungsteiler ist, durch den bei AC-Kopplung dazwi-

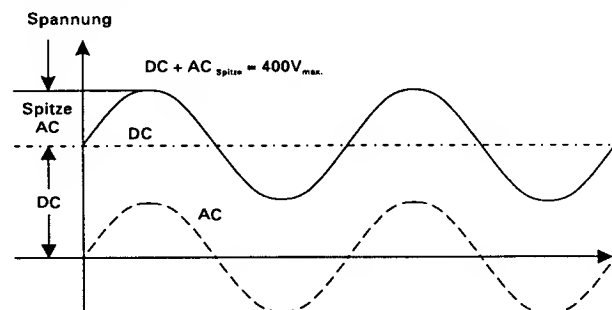
schen geschalteten Eingangs-Kopplungskondensator, für Gleichspannungen unwirksam. Gleichzeitig wird dann der Kondensator mit der ungeteilten Gleichspannung belastet. Bei Mischspannungen ist zu berücksichtigen, daß bei AC-Kopplung deren Gleichspannungsanteil ebenfalls nicht geteilt wird, während der Wechselspannungsanteil einer frequenzabhängigen Teilung unterliegt, die durch den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt ist. Bei Frequenzen ≥ 40 Hz kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

In Stellung **GD** wird der Signalweg direkt hinter dem Y-Eingang aufgetrennt; dadurch ist der Spannungsteiler auch in diesem Falle unwirksam. Dies gilt selbstverständlich für Gleich- und Wechselspannungen.

Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen können mit **HAMEG**-Tastteilern 10:1 Gleichspannungen bis 600V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 1200V_{ss} gemessen werden. Mit Spezialtastteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 2400V_{ss} messen.

Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z.B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.

Mit der auf **GD** geschalteten Eingangskopplung und dem **Y-POS.**-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als **Referenzlinie für Massepotential** eingestellt werden. Sie kann beliebig zur horizontalen Mittellinie eingestellt werden, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen vom Massepotential zahlenmäßig erfaßt werden sollen.



Gesamtwert der Eingangsspannung

Die gestrichelte Kurve zeigt eine Wechselspannung, die um 0 Volt schwankt. Ist diese Spannung einer Gleichspannung überlagert (DC), so ergibt die Addition der positiven Spitze zur Gleichspannung die maximal auftretende Spannung (DC + AC Spitze).

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel handelt es sich in der Oszilloskopie um zeitlich wiederkehrende Spannungsverläufe, im folgenden Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung des **TIME/DIV.**-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten sind am **TIME/DIV.**-Schalter in **s/cm**, **ms/cm** und **µs/cm** angegeben. Die Skala ist dementsprechend in drei Felder aufgeteilt. **Die Dauer einer Signalperiode, bzw. eines Teils davon, ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem am TIME/DIV.-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit einer roten Pfeil-Knopfkappe gekennzeichnete Zeit-Feinsteller in seiner kalibrierten Stellung CAL. stehen (Pfeil waagrecht nach rechts zeigend).**

Mit den Bezeichnungen

L = Länge in cm einer Periode (Welle) auf dem Schirmbild,

T = Zeit in s für eine Periode,

F = Folgefrequenz in Hz,

Z = Zeitkoeffizient in s/cm am Zeitbasisschalter und der Beziehung **F = 1/T** lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

$$T = L \cdot Z \quad L = \frac{T}{Z} \quad Z = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot Z} \quad L = \frac{1}{F \cdot Z} \quad Z = \frac{1}{L \cdot F}$$

Bei gedrückter Taste X-MAG. (x10) ist Z durch 10 zu teilen.

Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten beim HM305 innerhalb folgender Grenzen liegen:

L zwischen 0,2 und 10cm, möglichst 4 bis 10cm,

T zwischen 0,01µs und 2s,

F zwischen 0,5Hz und 30MHz,

Z zwischen 0,1µs/cm und 0,2s/cm in 1-2-5 Teilung (**bei ungedrückter Taste X-MAG. (x10)**), und

Z zwischen 10ns/cm und 20ms/cm in 1-2-5 Teilung (**bei gedrückter Taste X-MAG. (x10)**).

Beispiele:

Länge eines Wellenzugs (einer Periode) **L** = 7cm,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,1µs/cm,

gesuchte Periodenzeit T = $7 \times 0,1 \times 10^{-6} = 0,7 \mu s$

gesuchte Folgefrequenz **F** = $1:(0,7 \times 10^{-6}) = 1,428 \text{ MHz}$.

Zeit einer Signalperiode **T** = 1s,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,2s/cm,

gesuchte Länge L = $1:0,2 = 5 \text{ cm}$.

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs **L** = 1cm,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10 ms/cm,

gesuchte Brummfrequenz F = $1:(1 \times 10 \times 10^{-3}) = 100 \text{ Hz}$.

TV-Zeilenumfrequenz **F** = 15 625 Hz,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10µs/cm,

gesuchte Länge L = $1:(15 \ 625 \times 10^{-5}) = 6,4 \text{ cm}$.

Länge einer Sinuswelle **L** = min. 4cm, max. 10cm,

Frequenz **F** = 1kHz,

max. Zeitkoeffizient **Z** = $1:(4 \times 10^3) = 0,25 \text{ ms/cm}$,

min. Zeitkoeffizient **Z** = $1:(10 \times 10^3) = 0,1 \text{ ms/cm}$,

einjustellender Zeitkoeffizient Z = **0,2ms/cm**,

dargestellte Länge L = $1:(10^3 \times 0,2 \times 10^{-3}) = 5 \text{ cm}$.

Länge eines HF-Wellenzugs **L** = 1cm,

eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,5µs/cm,

gedrückte Dehnungstaste X-MAG. (x 10) : **Z** = 50ns/cm,

gesuchte Signalfreq. F = $1:(1 \times 50 \times 10^{-9}) = 20 \text{ MHz}$,

gesuchte Periodenzeit T = $1:(20 \times 10^6) = 50 \text{ ns}$.

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab (**X-MAG. (x10)**) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 10 zu dividieren. Durch Drehen des **X-POS.**-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden.

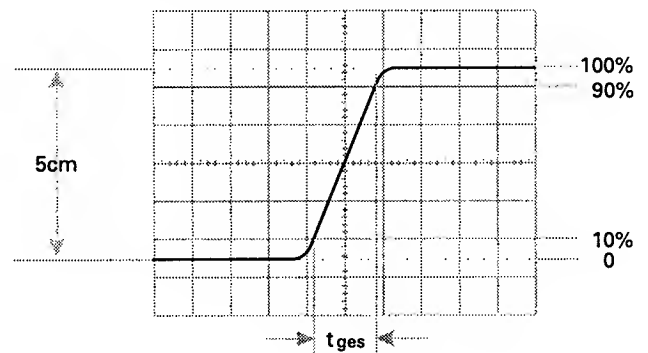
Das Systemverhalten einer Impulsspannung wird durch deren Anstiegszeit bestimmt. Impuls-Anstiegs-/Abfallzeiten werden zwischen dem **10%**- und **90%**-Wert ihrer vollen Amplitude gemessen.

Messung:

Die Flanke des betr. Impulses wird exakt auf 5cm Schreibhöhe eingestellt (durch Y-Teiler und dessen Feineinstellung.)

Die Flanke wird symmetrisch zur X- und Y-Mittellinie positioniert (mit X- und Y-Pos. Einsteller).

Die Schnittpunkte der Signalfanke mit den 10%- bzw. 90%-Linien jeweils auf die horizontale Mittellinie loten und deren zeitlichen Abstand auswerten ($T = L \times Z$).



Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

Bei einem am **TIME/DIV.**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten von 0,2µs/cm und gedrückter Dehnungstaste (**X-MAG. (x10)**) ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{\text{ges}} = 1,6 \text{ cm} \times 0,2 \mu s / \text{cm} : 10 = 32 \text{ ns}$$

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Vertikalverstärkers und des evtl. benutzten Tastenteilers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

$$t_s = \sqrt{t_{\text{ges}}^2 - t_{\text{osz}}^2 - t_t^2}$$

Dabei ist **t_{ges}** die gemessene Gesamtanstiegszeit, **t_{osz}** die vom Oszilloskop (beim HM305 ca. 12ns) und **t_t** die des Tastteilers, z.B. = 2ns. Ist t_{ges} größer als 100ns, kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden (Fehler <1%).

Obiges Bildbeispiel ergibt damit eine Signal-Anstiegszeit von

$$t = \sqrt{32^2 - 12^2 - 2^2} = 29,6\text{ns}$$

Die Messung der Anstiegs- oder Abfallzeit ist natürlich nicht auf die oben im Bild gezeigte Bild-Einstellung begrenzt. Sie ist so nur besonders einfach. Prinzipiell kann in jeder Bildlage und bei beliebiger Signalamplitude gemessen werden. Wichtig ist nur, daß die interessierende Signalflanke in voller Länge, bei nicht zu großer Steilheit, sichtbar ist und daß der Horizontalabstand bei 10% und 90% der Amplitude gemessen wird. Zeigt die Flanke Vor- oder Überschwngen, darf man die 100% nicht auf die Spitzenwerte beziehen, sondern auf die mittleren Dachhöhen. Ebenso werden Einbrüche oder Spitzen (glitches) neben der Flanke nicht berücksichtigt. Bei sehr starken Einschwingverzerrungen verliert die Anstiegs- oder Abfallzeitmessung allerdings ihren Sinn. Für Verstärker mit annähernd konstanter Gruppenlaufzeit (also gutem Impulsverhalten) gilt folgende Zahlenwert-Gleichung zwischen Anstiegszeit **t_a** (in ns) und Bandbreite **B** (in MHz):

$$t_a = \frac{350}{B} \quad B = \frac{350}{t_a}$$

Anlegen der Signalspannung

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte der Schalter für die Signalkopplung zunächst immer auf **AC** und der Eingangsteilerschalter auf **20V/cm** stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Vertikalverstärker total übersteuert. Der Eingangsteilerschalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-8 cm hoch ist. Bei mehr als 160 V_{ss} großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der eingestellte Wert am **TIME/DIV**-Schalter. Letzterer ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z.B. HZ32 und HZ34 direkt oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der genannten Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niedrigen, sinusförmigen Frequenzen (bis etwa 50kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50Ω) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist

das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50Ω-Kabels wie z.B. HZ34 ist hierfür von HAMEG der 50Ω-Durchgangsabschluß HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit werden ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar. Auch höherfrequente (>100kHz) Sinussignale dürfen generell nur impedanzrichtig abgeschlossen gemessen werden. Im allgemeinen halten Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihre Anschlußkabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen wurden. Dabei ist zu beachten, daß man den Abschlußwiderstand HZ22 nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10V_{eff} oder – bei Sinussignal – mit 28,3V_{ss} erreicht.

Wird ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10MΩ || 16 pF bzw. 100MΩ || 7pF bei HZ53). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Vertikalverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe „Tastkopf-Abgleich“).

Standard-Tastteiler am Oszilloskop verringern mehr oder weniger dessen Bandbreite; sie erhöhen die Anstiegszeit. In allen Fällen, bei denen die Oszilloskop-Bandbreite voll genutzt werden muß (z.B. für Impulse mit steilen Flanken), raten wir dringend dazu, die **Tastköpfe HZ51** (10:1), **HZ52** (10:1 HF) und **HZ54** (1:1 und 10:1) zu benutzen. Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite.

Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe eines auf 1MHz umschaltbaren Kalibrators, z.B. HZ60-2, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des HM305 kaum merklich geändert und die Wiedergabe-Treue der Signalform u.U. sogar noch verbessert. Auf diese Weise könnten spezifische Mängel im Impuls-Übertragungsverhalten nachträglich korrigiert werden.

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß bei Spannungen über 400V immer DC-Eingangskopplung benutzt werden. Bei AC-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig. Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt – belasten aber den be-

treffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Des- sen Spannungsfestigkeit ist max. 400V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die **DC**-Eingangs- kopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zuläs- sige Spannungsfestigkeit von max. 1200V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein **Kondensator** entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit **vor den Tastteiler** geschaltet wer- den (z.B. zur Brummspannungsmessung).

Bei allen Tastteilern ist die **zulässige Eingangswechsel- spannung** oberhalb von 20kHz **frequenzabhängig be- grenzt**. Deshalb muß die „Derating Curve“ des betreffen- den Tastteiler-typs beachtet werden.

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfbjekt. Er soll mög- lichst immer nahe dem Meßpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis stark verfälschen. Be- sondern kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein. Beim An- schluß des Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse sollte ein BNC-Adapter benutzt werden. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen Ablenkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Meßkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen, verursacht von angeschlosse- nen fremden Netzgeräten, z.B. Signalgeneratoren mit Störschutzkondensatoren).

Bedienelemente

Zur besseren Verfolgung der Bedienungshinweise ist das am Ende der Anleitung befindliche Frontbild herausklappbar, so daß es immer neben dem Anleitungstext liegen kann.

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den verschiedenen Funktionen in Felder aufgeteilt. Oben rechts neben dem Bildschirm im X- Feld befindet sich der Netz-Tastenschalter (**POWER**) mit Symbolen für die Ein- (**I**) und Aus-Stellung (**O**) und die Netz- Anzeige (LED). Darunter sind die beiden Drehknöpfe für Helligkeit (**INTENS.**) und Schärfe (**FOCUS**) angebracht. Die mit **TR** (= trace rotation) bezeichnete Öffnung (für Schraubendreher) dient zur Strahldrehung. Rechts davon sind die Einstellelemente für Zeitablenkung (**TIME/DIV.**) und Triggerung angeordnet. Sie werden nachstehend im einzelnen erläutert.

Mit dem **TIME/DIV.**-Zeitbasisschalter werden die Zeit- koeffizienten in der Folge 1-2-5 gewählt. Zwischenwerte sind mit dem dort aufgesetzten kleinen Pfeilknopf einstell- bar (im Speicherbetrieb unwirksam). Er rastet am Rechts- anschlag in der Kalibrationsstellung ein. Linksdrehung ver- größert den Zeitkoeffizienten 2,5fach. Wird die Taste X- MAG. (x10) eingerastet, wird der Zeitkoeffizient um den

Faktor 10 verringert.

Zur Triggerung gehören:

- **AT/NORM.**-Taste zur Umschaltung von automatischer auf Normaltriggerung,
- **LEVEL**-Knopf zur Triggerpegel-einstellung,
- **SLOPE**-Taste (\pm) zur Wahl der Triggerflankenrichtung,
- **TRIG.**-Kopplungsschalter
AC-DC-LF-TV und Netztriggerstellung \sim ,
- **ALT.**-Taste zur Wahl der alternierenden Triggerung von Kanal I und Kanal II im alternierenden **DUAL**-betrieb (nur im Analogbetrieb).
- **TR-LED** (leuchtet bei einsetzender Triggerung).
- **TRIG. EXT.**-Taste zur Umschaltung von interner auf externe Triggerung,
- **TRIG. INP.**-BNC-Buchse für das Anlegen einer Span- nung zur externen Triggerung.

Im X-Feld befindet sich dann noch die **XY**-Taste, mit der vom Zeitbasisbetrieb (Yt) auf den X-Y-Betrieb des HM305 umgeschaltet wird. Da **kein X-Y-Speicherbetrieb** mög- lich ist, wird automatisch auf Analog-Betrieb umgeschaltet. Ferner finden sich hier die Stellknöpfe für die X-Position (**X- POS.** = horizontale Strahl-lage) und die Holdoff-Zeit (**HOLD OFF** = Sperrzeit der Triggerung zwischen zwei aufeinander- folgenden Sägezahn-Starts).

Alle Tasten die sich im umrahmten Teil des Bedienfeldes befinden, und die **ms/s** - Taste neben dem TIME/DIV.- Schalter sind nur im Speicherbetrieb wirksam. Ihre Funkti- on wird deshalb unter "Bedienelemente des Speicherteils" im einzelnen erläutert.

Unten, rechts neben dem Bildschirm im Y-Feld, liegen die Vertikalverstärkereingänge für Kanal I (**CH.I** = Channel I) und Kanal II (**CH.II** = Channel II) mit den zugehörigen Eingangskopplungsschaltern **DC-AC** sowie **GD** und den Stellknöpfen für die Y-Position (**Y-POS.** = vertikale Strahl- lage) beider Kanäle. Ferner können beide Kanäle mit ihren **INVERT**-Tasten invertiert (umgepolt) werden. Zur Empfindlichkeitseinstellung der beiden Vertikalverstärker dienen die in **VOLTS/DIV.** kalibrierten Teilerschalter. Die dort aufgesetzten kleinen Pfeilköpfe rasten am Rechts- anschlag in Kalibrationsstellung **CAL.** ein und verringern die Empfindlichkeit bei maximaler Linksdrehung mehr als 2,5fach. So ist jede Empfindlichkeits-Zwischenstellung wählbar. Jedem Teilerschalter ist eine Drucktaste (**Y-MAG. x5**) zugeordnet. Wird die Taste eingerastet, erhöht sich die Empfindlichkeit in jeder Teilerschalterstellung um den Fak- tor 5. Zwischen den Teilerschaltern ist die **OVERSCAN**- Anzeige angeordnet, die im Abschnitt "Y-Überbereichs- anzeige" erläutert wird. Schließlich befinden sich im Y-Feld noch drei Tasten für die Betriebsart-Umschaltung der Vertikalverstärker. Sie werden nachstehend noch näher beschrieben.

Direkt unter dem Bildschirm befindet sich links die Kalibratorfrequenz-Taste **CAL.**, mit der die Frequenz des Kalibratorsignals von ca. **1kHz** auf ca. **1MHz** umgeschaltet werden kann. Daneben liegen zwei Ausgangsbuchsen für

den Kalibrator **0.2Vpp** u. **2Vpp** zum Abgleich von Tastteilern 10:1 und 100:1. Rechts sind die Buchsen für den **COMPONENT TESTER** mit der zugehörigen Drucktaste ON (Ein)/ OFF (Aus) angeordnet.

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte daher bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten eingedrückt ist. Die Anwendung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarfsfall.

Der HM305 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 30MHz (−3dB). Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die −6dB Grenze sogar bei 50MHz. Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch.

Beispielsweise wird bei ca. 50MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (10ns/cm) alle 2cm ein Kurvenzug geschrieben. Die Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur ±3%. Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich in vertikaler Richtung ab ca. 10MHz der Meßfehler in Y-Richtung mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall des Meßverstärkers bedingt. Bei 18MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz zum gemessenen Spannungswert ca. 11% addieren. Da jedoch die Bandbreiten der Vertikalverstärker differieren (normalerweise zwischen 30 und 35MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß oberhalb 30MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit der Y-Endstufe stetig abnimmt. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überspringen beeinflusst wird.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muß die Verbindung zwischen Schutzleiteranschluß und dem Netz-Schutzleiter vor jeglichen anderen Verbindungen hergestellt sein (Netzstecker also vorher anschließen).

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten zu drücken und die 3 Bedienungsknöpfe mit Pfeilen in ihre kalibrierte Stellung CAL. einzurasten. Die auf den Knopfklappen angebrachten Striche sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches). Der TRIG.-Schalter sollte in der obersten Stellung stehen.

Mit der roten Netztaaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Der Betriebszustand wird durch Aufleuchten einer LED angezeigt. Wird nach ca. 20 Sekunden Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der **INTENS.**-Einsteller nicht genügend aufgedreht, bzw. der Zeitbasis-Generator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die **POS.**-Einsteller verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe

und Tasten in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf die Taste **AT/NORM.** zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich diese Taste ungedrückt in der **AT**-Stellung (Automatische Triggerung) befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht, Einbrenngefahr!), ist wahrscheinlich die Taste **XY** gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS.**-Knopf eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollte sich die Eingangskopplungs-Drucktaste **GD (CH.I)** in Rast-Stellung **GD** (ground = Masse) befinden. Der Eingang ist dann aufgetrennt, damit eventuell am Eingang anliegende Signalspannungen unbelastet bleiben; denn der sonst mit dem Eingang verbundene Vertikalverstärker wird kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Strahlintensität gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. **Besondere Vorsicht ist bei stehendem, punktförmigen Strahl geboten.** Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Strahldrehung TR

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist an einem Potentiometer hinter der mit TR bezeichneten Öffnung mit einem kleinen Schraubendreher möglich.

Tastkopf-Abgleich und Anwendung

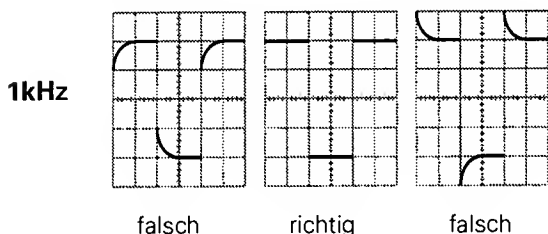
Damit der verwendete Tastteiler die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muß er genau an die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers angepaßt werden. Ein im HM305 eingebauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<4ns am 0,2V_{ss} Ausgang) und Frequenzen von ca. 1kHz oder 1MHz. Das Rechtecksignal kann den beiden konzentrischen Buchsen unterhalb des Bildschirms entnommen werden. Eine Buchse liefert **0.2V_{ss} ± 1%** für Tastteiler 10:1, die andere **2V_{ss}** für Tastteiler 100:1. Diese Spannungen entsprechen jeweils der Bildschirmamplitude von **4cm** Höhe, wenn der Eingangsteilerschalter auf den Ablenkkoeffizienten **5mV/cm** eingestellt ist. Der Innendurchmesser der Buchsen beträgt 4,9mm und entspricht dem (an Bezugspotential liegenden) Außendurchmesser des Abschirmrohres von modernen Tastköpfen der Serie F (international vereinheitlicht). Nur hierdurch ist eine extrem kurze Masseverbindung

möglich, die für hohe Signalfrequenzen und eine unverfälschte Kurvenform-Wiedergabe von nicht-sinusförmigen Signalen Voraussetzung ist.

Abgleich 1kHz

Dieser C-Trimmerabgleich (NF-Kompensation) kompensiert die kapazitive Belastung des Oszilloskop-Eingangs. Durch den Abgleich bekommt die kapazitive Teilung dasselbe Teilverhältnis wie die ohmsche Spannungsteilung. Dann ergibt sich bei hohen und niedrigen Frequenzen dieselbe Spannungsteilung wie für Gleichspannung. Für Tastköpfe 1:1 oder auf 1:1 umgeschaltete Tastköpfe ist dieser Abgleich weder nötig noch möglich. Voraussetzung für den Abgleich ist die Parallelität der Strahllinie mit den horizontalen Rasterlinien (siehe „Strahldrehung TR“).

Tastteiler 10:1 oder 100:1 an den **CH.I**-Eingang anschließen, keine Taste drücken, Eingangskopplung auf **DC** stellen, Eingangsteiler auf **5mV/cm** und TIME/DIV.-Schalter auf **0.2ms/cm** schalten (beide Feinregler in Kalibrationsstellung **CAL.**), Tastkopf in die entsprechende CAL.-Buchse einstecken (Teiler 10:1 in Buchse **0.2Vpp**, 100:1 in Buchse **2Vpp**).



Auf dem Bildschirm sind 2 Wellenzüge zu sehen. Nun ist der NF-Kompensationstrimmer abzugleichen, dessen Lage der Tastkopfinformation zu entnehmen ist. Mit dem beigegebenen Isolierschraubendreher ist der Trimmer so abzugleichen, bis die oberen Dächer des Rechtecksignals exakt parallel zu den horizontalen Rasterlinien stehen (siehe Bild 1kHz). Dann sollte die Signalhöhe $4\text{cm} \pm 1,2\text{mm}$ ($\approx 3\%$) sein. Die Signalfanken sind in dieser Einstellung unsichtbar.

Abgleich 1MHz

Ein HF-Abgleich ist bei den Tastköpfen HZ51, 52 und 54 möglich. Diese besitzen Resonanz-Entzerrungsglieder (R-Trimmer in Kombination mit Spulen und Kondensatoren), mit denen es möglich ist, den Tastkopf auf einfachste Weise im Bereich der oberen Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers optimal abzugleichen. Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Bandbreite im Tastteilerbetrieb, sondern auch eine weitgehend konstante Gruppenlaufzeit am Bereichsende. Dadurch werden Einschwingverzerrungen (wie Überschwängen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke auf ein Minimum begrenzt. Die Bandbreite des Oszilloskops wird also bei Benutzung

der Tastköpfe HZ51, 52 und 54 ohne Inkaufnahme von Kurvenformverzerrungen voll genutzt. Voraussetzung für diesen HF-Abgleich ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 4ns) und niederohmigem Ausgang (ca. 50Ω), der bei einer Frequenz von 1MHz eine Spannung von 0,2V bzw. 2V abgibt. Der Kalibratorausgang des HM305 erfüllt diese Bedingungen, wenn die **CAL.**-Taste gedrückt ist (1MHz).

Tastköpfe des Typs HZ51, 52 oder 54 an den CH.I-Eingang anschließen, nur Kalibrator-Taste **1MHz** drücken, Eingangskopplung auf **DC**, Eingangsteiler auf **5mV/cm** und **TIME/DIV.**-Schalter auf **0.1µs/cm** stellen (beide Feinregler in Kalibrationsstellung **CAL.**). Tastkopf in Buchse **0.2V** einstecken. Auf dem Bildschirm ist ein Wellenzug zu sehen, dessen Rechteckflanken jetzt auch sichtbar sind. Nun wird der HF-Abgleich durchgeführt. Dabei sollte man die Anstiegsflanke und die obere linke Impuls-Dachecke beachten.

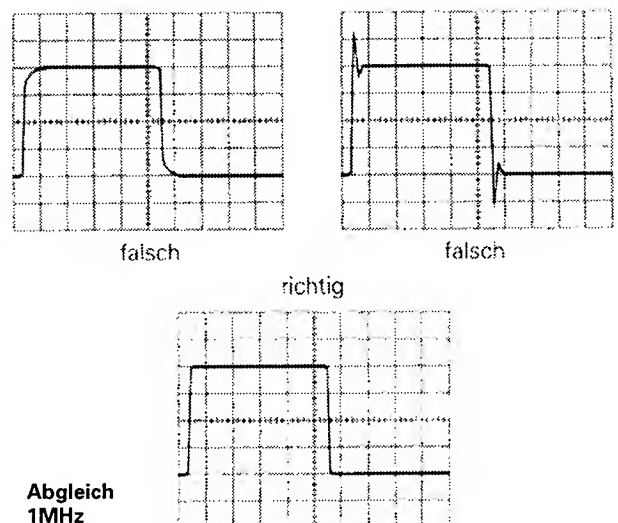
Auch die Lage der Abgleichelemente für die HF-Kompensation ist der Tastkopfinformation zu entnehmen.

Die Kriterien für den HF-Abgleich sind:

- Kurze Anstiegszeit, also eine steile Anstiegsflanke.
- Minimales Überschwängen mit möglichst geradlinigem Dach, somit ein linearer Frequenzgang.

Die HF-Kompensation sollte so vorgenommen werden, daß der Übergang von der Anstiegsflanke auf das Rechteckdach weder zu stark verrundet noch mit Überschwängen erfolgt. Tastköpfe mit einem HF-Abgleichpunkt sind, im Gegensatz zu Tastköpfen mit mehreren Abgleichpunkten, naturgemäß einfacher abzugleichen. Dafür bieten mehrere HF-Abgleichpunkte den Vorteil, daß sie eine optimalere Anpassung zulassen.

Nach beendetem HF-Abgleich ist auch bei 1MHz die Signalhöhe am Bildschirm zu kontrollieren. Sie soll denselben Wert haben wie oben beim 1kHz-Abgleich angegeben.



Es wird darauf hingewiesen, daß die Reihenfolge erst 1kHz-, dann 1MHz-Abgleich einzuhalten ist, aber nicht wiederholt werden muß, und daß die Kalibrator-Frequenzen 1kHz und 1MHz nicht zur Zeit-Eichung verwendet werden können. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab. Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkoeffizientenkontrolle) sind horizontale Impulsdächer, kalibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach. Frequenz und Tastverhältnis sind dabei nicht kritisch.

Betriebsarten der Vertikalverstärker

Die gewünschte Betriebsart der Vertikalverstärker wird mit den 3 Tasten im Y-Feld gewählt. Für Mono-Betrieb werden alle Tasten ausgerastet. Dann ist nur **Kanal I** betriebsbereit.

Bei **Mono-Betrieb** mit **Kanal II** ist die Taste **CH I/II** zu drücken. Diese Taste trägt unten die Bezeichnung **TRIG. I/II**, weil damit gleichzeitig die Kanalumschaltung der Triggerung erfolgt.

Wird die Taste **DUAL** gedrückt, arbeiten beide Kanäle. Bei dieser Tastenstellung erfolgt die Aufzeichnung zweier Vorgänge nacheinander (alternate mode). Die Signaltbilder aus beiden Kanälen werden zwar nur **abwechselnd einzeln** dargestellt, sind aber bei schneller Zeitablenkung scheinbar beide gleichzeitig sichtbar. Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten $\geq 1 \text{ ms/cm}$ ist diese Betriebsart nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Drückt man noch die Taste **CHOP.**, werden beide Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chop mode). Auch langsam verlaufende Vorgänge werden dann flimmerfrei aufgezeichnet. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz ist diese Art der Kanalumschaltung nicht sinnvoll.

Ist nur die Taste **ADD** gedrückt, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert ($\pm I \pm II$). Ob sich hierbei die **Summe** oder die **Differenz** der Signalspannungen ergibt, hängt von der Phasenlage bzw. Polung der Signale selbst und von der Stellung der **INVERT**-Tasten ab.

Gleichphasige Eingangsspannungen:

- Beide **INVERT**-Tasten ungedrückt = Summe.
- Beide **INVERT**-Tasten gedrückt = Summe.
- Nur eine **INVERT**-Taste gedrückt = Differenz.

Gegenphasige Eingangsspannungen:

- Beide **INVERT**-Tasten ungedrückt = Differenz.
- Beide **INVERT**-Tasten gedrückt = Differenz.
- Nur eine **INVERT**-Taste gedrückt = Summe.

In der **ADD**-Betriebsart ist die vertikale Strahlage von der **Y-POS.**-Einstellung beider Kanäle abhängig. Das heißt die Y.POS.-Einstellung wird addiert, kann aber nicht mit **INVERT** beeinflusst werden.

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im **Differenzbetrieb** beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, daß bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tastteilern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die galvanisch mit dem Schutzleiter verbundenen Massekabel beider Tastteiler **nicht** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen verringert werden.

XY-Betrieb (nur im Analogbetrieb)

Für **XY-Betrieb** wird die Taste **XY** im X-Feld betätigt. Falls sich das Oszilloskop im Digitalbetrieb befindet, erfolgt dadurch automatisch die Umschaltung auf den Analogbetrieb. Die LED(s) im Speicher-Bedienfeld leuchten dann nicht mehr.

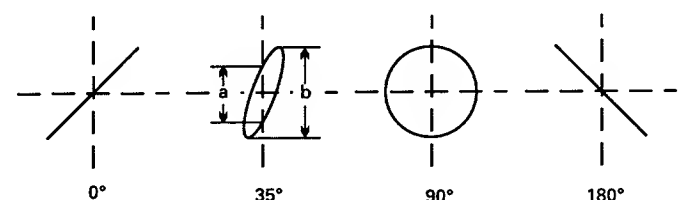
Das X-Signal wird über den Eingang von **Kanal II** zugeführt. **Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden im XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt.** Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der X-POS.-Regler zu benutzen. Der Positionsregler von Kanal II ist im XY-Betrieb abgeschaltet. Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die Taste **X-MAG. (x10)** für die Dehnung der Zeitlinie sollte dabei nicht gedrückt sein. Bei Messungen im XY-Betrieb ist sowohl die obere Grenzfrequenz (-3 dB) des X-Verstärkers, als auch die mit höheren Frequenzen zunehmende Phasendifferenz zwischen X und Y zu beachten (siehe Datenblatt). Eine Umpolung des X-Signals mit der **INVERT CH II**-Taste von Kanal II ist nicht möglich!

Der **XY-Betrieb mit Lissajous-Figuren** erleichtert oder ermöglicht gewisse Meßaufgaben:

- Vergleich zweier Signale unterschiedlicher Frequenz oder Nachziehen der einen Frequenz auf die Frequenz des anderen Signals bis zur Synchronisation. Das gilt auch noch für ganzzahlige Vielfache oder Teile der einen Signalfrequenz.
- Phasenvergleich zwischen zwei Signalen gleicher Frequenz.

Phasenvergleich mit Lissajous-Figur

Die folgenden Bilder zeigen zwei Sinus-Signale gleicher Frequenz und Amplitude mit unterschiedlichen Phasenwinkeln.



Die Berechnung des Phasenwinkels oder der Phasenverschiebung zwischen den X- und Y-Eingangsspannungen (nach Messung der Strecken **a** und **b** am Bildschirm) ist mit den folgenden Formeln und einem Taschenrechner mit Winkelfunktionen ganz einfach, und übrigens **unabhängig von den Ablenkamplituden** auf dem Bildschirm, durchzuführen.

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

Hierbei muß beachtet werden:

- Wegen der Periodizität der Winkelfunktionen sollte die rechnerische Auswertung auf Winkel $\leq 90^\circ$ begrenzt werden. Gerade hier liegen die Vorteile der Methode.
- Keine zu hohe Meßfrequenz benutzen. Oberhalb 220kHz kann die gegenseitige Phasenverschiebung der beiden Oszilloskop-Verstärker des HM305 im XY-Betrieb einen Winkel von 3° überschreiten.
- Aus dem Schirmbild ist nicht ohne weiteres ersichtlich, ob die Testspannung gegenüber der Bezugsspannung vor- oder nachsteilt. Hier kann ein CR-Glied vor dem Testspannungseingang des Oszilloskops helfen. Als R kann gleich der $1M\Omega$ -Eingangswiderstand dienen, so daß nur ein passender Kondensator C vorzuschalten ist. Vergrößert sich die Öffnungsweite der Ellipse (gegenüber kurzgeschlossenem C), dann eilt die Testspannung vor und umgekehrt. Das gilt aber nur im Bereich bis 90° Phasenverschiebung. Deshalb sollte C genügend groß sein und nur eine relativ kleine, gerade gut beobachtbare Phasenverschiebung bewirken.

Falls im XY-Betrieb beide Eingangsspannungen fehlen oder ausfallen, wird ein sehr heller Leuchtpunkt auf dem Bildschirm abgebildet. Bei zu hoher Helligkeitseinstellung (INTENS.-Knopf) kann dieser Punkt in die Leuchtschicht einbrennen, was entweder einen bleibenden Helligkeitsverlust oder, im Extremfall, eine vollständige Zerstörung der Leuchtschicht an diesem Punkt verursacht.

Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb

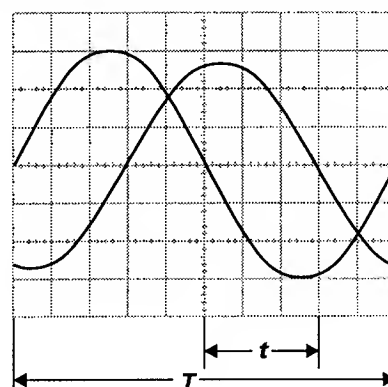
Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form läßt sich sehr einfach im Zweikanalbetrieb (Taste **DUAL** gedrückt) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Für Frequenzen $\geq 1\text{kHz}$ wird alternierende Kanalschaltung gewählt; für Frequenzen $< 1\text{kHz}$ ist der Chopper-Betrieb geeigneter (weniger Flackern). Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Zu dieser Einstellung

können ohne Einfluß auf das Ergebnis auch die Feinregler für Amplitude und Zeitablenkung und der **LEVEL**-Knopf benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den **Y-POS.**-Knöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinuskuppen sind weniger geeignet. Ist ein Sinussignal durch geradzahlige Harmonische merklich verzerrt (Halbwellen nicht spiegelbildlich zur X-Achse) oder wenn eine Offset-Gleichspannung vorhanden ist, empfiehlt sich **AC**-Kopplung für **beide** Kanäle. Handelt es sich um Impulssignale gleicher Form, liest man an steilen Flanken ab.

Phasendifferenzmessung im Zweikanalbetrieb

t = Horizontalabstand der Nulldurchgänge in cm.

T = Horizontalabstand **für eine Periode** in cm.



Im Bildbeispiel ist $t = 3\text{cm}$ und $T = 10\text{cm}$. Daraus errechnet sich eine Phasendifferenz in Winkelgraden von

$$\varphi^\circ = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{3}{10} \cdot 360^\circ = 108^\circ$$

oder in Bogengrad ausgedrückt

$$\text{arc } \varphi^\circ = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1,885 \text{ rad}$$

Relativ kleine Phasenwinkel bei nicht zu hohen Frequenzen lassen sich genauer im XY-Betrieb mit Lissajous-Figur messen.

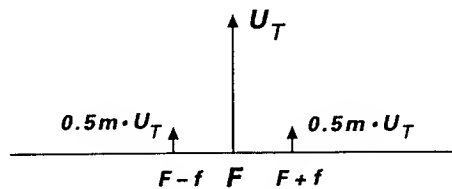
Messung einer Amplitudenmodulation

Die momentane Amplitude **u** im Zeitpunkt **t** einer HF-Trägerspannung, die durch eine sinusförmige NF-Spannung unverzerrt amplitudenmoduliert ist, folgt der Gleichung

$$u = UT \cdot \sin \Omega t + 0,5m \cdot UT \cdot \cos(\Omega - \omega)t - 0,5m \cdot UT \cdot \cos(\Omega + \omega)t$$

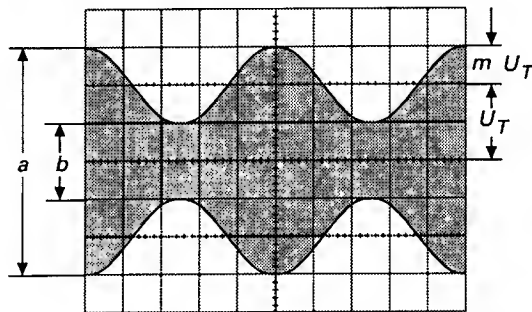
Hierin ist **UT** = unmodulierte Trägeramplitude,
 Ω = $2\pi F$ = Träger-Kreisfrequenz,
 ω = $2\pi f$ = Modulationskreisfrequenz,
m = Modulationsgrad (i.a. $\leq 1 \hat{=} 100\%$).

Neben der Trägerfrequenz **F** entstehen durch die Modulation die untere Seitenfrequenz **F-f** und die obere Seitenfrequenz **F+f**.



Figur 1
Spektrumsamplituden und -frequenzen bei AM ($m = 50\%$)

Das Bild der amplitudenmodulierten HF-Schwingung kann mit dem Oszilloskop sichtbar gemacht und ausgewertet werden, wenn das Frequenzspektrum innerhalb der Oszilloskop-Bandbreite liegt. Die Zeitbasis wird so eingestellt, daß mehrere Wellenzüge der Modulationsfrequenz sichtbar sind. Genau genommen sollte mit Modulationsfrequenz (vom NF-Generator oder einem Demodulator) extern getriggert werden. Interne Triggerung ist unter Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers oft möglich.



Figur 2
Amplitudenmodulierte Schwingung: $F = 1\text{MHz}$; $f = 1\text{kHz}$;
 $m = 50\%$; $U_T = 28,3\text{mV}_{\text{eff}}$.

Oszilloskop-Einstellung für ein Signal entsprechend Figur 2:
Keine Taste drücken. **Y: CH. I; 20mV/cm; AC.**
TIME/DIV.: 0.2ms/cm.
Triggerung: **NORMAL; AC;** int. mit Zeit-Feinsteller
(oder externe Triggerung).

Liest man die beiden Werte a und b vom Bildschirm ab, so errechnet sich der Modulationsgrad aus

$$m = \frac{a-b}{a+b} \quad \text{bzw.} \quad m = \frac{a-b}{a+b} \cdot 100[\%]$$

Hierin ist $a = U_T (1+m)$ und $b = U_T (1-m)$.

Bei der Modulationsgradmessung können die Feinstellknöpfe für Amplitude und Zeit beliebig verstellt sein. Ihre Stellung geht nicht in das Ergebnis ein.

Triggerung und Zeitablenkung

Die zeitliche Änderung einer zu messenden Spannung (Wechselspannung) ist im Yt-Betrieb darstellbar. Hierbei lenkt das Meßsignal den Elektronenstrahl in Y-Richtung ab, während der Zeitablenkgenerator den Elektronenstrahl mit einer konstanten, aber wählbaren Geschwindigkeit von links nach rechts über den Bildschirm bewegt (Zeitablenkung).

Im allgemeinen werden sich periodisch wiederholende Spannungsverläufe mit sich periodisch wiederholender Zeitablenkung dargestellt. Um eine "stehende" auswertbare Darstellung zu erhalten, darf der jeweils nächste Start der Zeitablenkung nur dann erfolgen, wenn die gleiche Position (Spannungshöhe und Flankenrichtung) des Signalverlaufes vorliegt, an dem die Zeitablenkung auch zuvor ausgelöst (getriggert) wurde. Eine Gleichspannung kann folglich nicht getriggert werden, was aber auch nicht erforderlich ist, da eine zeitliche Änderung nicht erfolgt.

Die Triggerung kann durch das Meßsignal selbst (interne Triggerung) oder durch eine extern zugeführte, mit dem Meßsignal synchrone, Spannung erfolgen (externe Triggerung).

Die Triggerspannung muß eine gewisse Mindestamplitude haben, damit die Triggerung überhaupt einsetzt. Diesen Wert nennt man **Triggerschwelle**. Sie wird mit einem Sinussignal bestimmt. Wird die Triggerspannung intern dem Meßsignal entnommen, kann als Triggerschwelle die vertikale **Bildschirmhöhe in mm** angegeben werden, bei der die Triggerung gerade einsetzt, das Signalbild stabil steht und die **TR-LED** zu leuchten beginnt. Die interne Triggerschwelle beim HM 305 ist mit $\leq 5\text{mm}$ spezifiziert. Wird die Triggerspannung extern zugeführt, ist sie an der **TRIG. INP.**-Buchse in **Vss** zu messen. In gewissen Grenzen kann die Triggerspannung viel höher sein als an der Triggerschwelle. Im allgemeinen sollte der 20fache Wert nicht überschritten werden.

Der HM 305 hat zwei Trigger-Betriebsarten, die nachstehend beschrieben werden.

Automatische Spitzenwert-Triggerung

Steht die Taste **AT/NORM.** ungedrückt in Stellung **AT** (Automatic Triggering), wird die Zeitablenkung auch dann periodisch ausgelöst, wenn keine Meßwechselspannung oder externe Triggerwechselspannung anliegt. Ohne Meßwechselspannung sieht man dann eine Zeitlinie (von der ungetriggerten, also freilaufenden Zeitablenkung), die auch eine Gleichspannung anzeigen kann.

Bei anliegender Meßspannung beschränkt sich die Bedienung im wesentlichen auf die richtige Amplituden- und Zeitbasis-Einstellung bei immer sichtbarem Strahl. Der **LEVEL**-Einsteller ist bei automatischer Spitzenwert-Triggerung wirksam. Der **LEVEL**-Einstellbereich stellt sich automatisch auf die **Spitze-Spitze-Amplitude** des gerade angelegten Signals ein und wird damit unabhängiger von der Signal-Amplitude und -Form. Beispielsweise darf sich das Tastverhältnis von rechteckförmigen Spannungen zwischen 1 : 1 und 100 : 1 ändern, ohne daß die Triggerung ausfällt.

Es ist dabei unter Umständen erforderlich, daß der **LEVEL**-Einsteller fast an den Anschlag zu stellen ist. Bei der nächsten Messung kann es erforderlich werden, den **LEVEL**-Einsteller auf die Bereichsmitte zu stellen.

Diese Einfachheit der Bedienung empfiehlt die automatische Spitzenwert-Triggerung für alle unkomplizierten Meßaufgaben. Sie ist aber auch die geeignete Betriebsart für den „Einstieg“ bei diffizilen Meßproblemen, nämlich dann, wenn das Meßsignal selbst in Bezug auf Amplitude, Frequenz oder Form noch weitgehend unbekannt ist.

Mit automatischer Spitzenwert-Triggerung werden alle Parameter voreingestellt; dann kann der Übergang auf Normaltriggerung erfolgen.

Die automatische Spitzenwert-Triggerung ist unabhängig von der Triggerquelle und ist sowohl bei interner wie auch externer Triggerung anwendbar. Sie arbeitet oberhalb **20Hz**.

In Kombination mit alternierender Triggerung (Taste **ALT**. gedrückt) wird die Spitzenwerterfassung abgeschaltet, während die Triggerautomatik erhalten bleibt. Der **LEVEL**-Einsteller ist dann unwirksam (Triggerpunkt 0 Volt).

Normaltriggerung

Mit Normaltriggerung (gedrückte Taste **AT/NORM.**) und passender **LEVEL**-Einstellung kann die Auslösung, bzw. Triggerung der Zeitablenkung, an jeder Stelle einer Signalfanke erfolgen. Der mit dem **LEVEL**-Knopf erfaßbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des Triggersignals. Ist bei interner Triggerung die Bildhöhe kleiner als 1cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereichs etwas Feingefühl.

Bei falscher **LEVEL**-Einstellung und bei fehlendem Triggersignal bleibt der Bildschirm im Analogbetrieb dunkel. Im Speicherbetrieb bleibt der Bildschirm hell, die dann erfolgende Darstellung ist abhängig von der Betriebsart. Im **REFRESH**-Betrieb bleibt die letzte Darstellung erhalten.

Mit Normaltriggerung sind auch komplizierte Signale triggerbar. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten, die u.U. erst bei gefühlvollem Drehen des **LEVEL**-Knopfes gefunden werden. Weitere Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind der Zeitfeinstellknopf und die **HOLD OFF**-Zeiteinstellung, die weiter unten besprochen wird.

Flankenrichtung

Die Triggerung kann bei automatischer und bei Normaltriggerung wahlweise mit einer steigenden oder einer fallenden Triggerspannungsflanke einsetzen. Die gewählte Flankenrichtung ist mit der Taste **SLOPE** einstellbar. Das Pluszeichen (ungedrückte Taste) bedeutet eine Flanke,

die vom negativen Potential kommend zum positiven Potential ansteigt. Das hat mit Null- oder Massepotential und absoluten Spannungswerten nichts zu tun. Die positive Flankenrichtung kann auch im negativen Teil einer Signalkurve liegen. Eine fallende Flanke (Minuszeichen) löst die Triggerung sinngemäß aus, wenn die Taste **SLOPE** gedrückt ist. Dies gilt bei automatischer und bei Normaltriggerung.

Triggerkopplung

Die Ankopplungsart und der Durchlaß-Frequenzbereich des Triggersignals kann am **TRIG**.-Umschalter gewählt werden.

AC: Triggerbereich **<20Hz bis 100MHz**.

Dies ist die am häufigsten zum Triggern benutzte Kopplungsart. Unterhalb 20Hz und oberhalb 100MHz steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

DC: Triggerbereich **0 bis 100MHz**.

DC-Triggerung ist dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Meßsignals getriggert werden soll oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Beobachtung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen.

Bei interner DC- oder LF-Triggerkopplung sollte immer mit Normaltriggerung und LEVEL-Einstellung gearbeitet werden.

LF: Triggerbereich **0 bis 1,5kHz** (Tiefpaß).

Die LF-Stellung ist häufig für niederfrequente Signale besser geeignet als die DC-Stellung, weil Rauschgrößen innerhalb der Triggerspannung stark unterdrückt werden. Das vermeidet oder verringert im Grenzfall Jittern oder Doppelschreiben, insbesondere bei sehr kleinen Eingangsspannungen. Oberhalb 1,5kHz steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

TV (Videosignal-Triggerung)

Steht der **TRIG**.-Umschalter in Stellung **TV**, wird der **TV-Synchronimpuls-Separator** wirksam. Er trennt die Synchronimpulse vom Bildinhalt und ermöglicht eine von Bildinhaltänderungen unabhängige Triggerung von Videosignalen.

Abhängig vom Meßpunkt, sind Videosignale (FBAS- bzw. BAS-Signale = Farb-Bild-Austast-Synchron-Signale) als positiv oder negativ gerichtetes Signal zu messen. Nur bei richtiger Einstellung der **SLOPE**-Taste (\pm) werden die Synchronimpulse vom Bildinhalt getrennt. **Die Flankenrichtung der Vorderflanke** der Synchronimpulse ist für die Einstellung der **SLOPE**-Taste (\pm) maßgebend; dabei darf die Invertierungs-Taste (**INVERT**) nicht gedrückt sein. Ist die Spannung der Synchronimpulse am Meßpunkt positiver als der Bildinhalt, muß sich die **SLOPE**-Taste in Stellung **+** (ungedrückt) befinden. Befinden sich die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, ist deren Vorderflanke fallend (negativ). Dann muß sich die **SLOPE**-Taste in Stellung **-**

(gedrückt) befinden. Bei falscher Flankenrichtungswahl erfolgt die Darstellung instabil bzw. ungetriggert, da dann der Bildinhalt die Triggerung auslöst.

Die Videosignaltriggerung sollte im Automatikbetrieb erfolgen. Bei interner Triggerung muß die Signalthöhe der Synchronimpulse mindestens 5mm betragen. Bei gedrückter **AT/NORM.**-Taste kann die Videottriggerung nicht korrekt arbeiten.

Das Synchronsignal besteht aus Zeilen- und Bildsynchronimpulsen, die sich unter anderem auch durch ihre Pulsdauer unterscheiden. Sie beträgt bei Zeilensynchronimpulsen ca. 5µs von 64µs für eine Zeile. Bildsynchronimpulse bestehen aus mehreren Pulsen, die jeweils ca. 28µs lang sind und mit jedem Halbbildwechsel im Abstand von 20ms vorkommen. Beide Synchronimpulsarten unterscheiden sich somit durch ihre Zeitdauer und durch ihre Wiederholfrequenz. Es kann sowohl mit Zeilen- als auch mit Bildsynchronimpulsen getriggert werden.

Die Umschaltung zwischen Bild- und Zeilen-Synchronimpuls-Triggerung erfolgt bei TV-Triggerung automatisch durch den **TIME/DIV.**-Schalter.

In den Stellungen von **.2s/div.** bis **1ms/div.** erfolgt die Triggerung auf **Bildsynchronimpulse.**

Im Bereich von **.5ms/div.** bis **.1µs/div.** wird mit den **Zeilensynchronimpulsen** getriggert.

Bildsynchronimpuls-Triggerung.

Es ist ein dem Meßzweck entsprechender Zeitkoeffizient am **TIME/DIV.**-Schalter zu wählen. In der **2ms/div.**-Stellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt. Am linken Bildrand ist der auslösende Bildsynchronimpuls und am rechten Bildschirmrand der, aus mehreren Pulsen bestehende, Bildsynchronimpuls für das nächste Halbbild zu sehen. Das nächste Halbbild wird unter diesen Bedingungen nicht dargestellt. Der diesem Halbbild folgende Bildsynchronimpuls löst erneut die Triggerung und die Darstellung aus. Bei Linksanschlag des **HOLD OFF**-Einstellers wird unter diesen Bedingungen jedes 2. Halbbild angezeigt. Auf welches Halbbild getriggert wird, unterliegt dem Zufall. Durch kurzzeitiges Unterbrechen der Triggerung (z.B. **TRIG. EXT.** ein- und ausrasten) kann auch zufällig auf das andere Halbbild getriggert werden.

Eine X-Dehnung der Darstellung kann durch Drücken der **X-MAG.**-Taste (**x10**) erreicht werden; damit werden einzelne Zeilen erkennbar. Vom Bildsynchronimpuls ausgehend kann eine X-Dehnung auch mit dem **TIME/DIV.**-Knopf vorgenommen werden, in dem dieser bis zur **1ms/div.**-Stellung nach rechts gedreht wird. Allerdings ergibt sich dadurch eine scheinbar ungetriggerte Darstellung, weil dann jedes Halbbild zu sehen ist. Dies ist durch den Versatz der Zeilensynchronimpulse bedingt, der zwischen den beiden Halbbildern eine halbe Zeilenlänge beträgt.

Zeilensynchronimpuls-Triggerung

Zur Zeilentriggerung muß sich der **TIME/DIV.**-Schalter im Bereich von **.5ms/div.** bis **.1µs/div.** befinden. Um einzelne Zeilen darstellen zu können, ist die **TIME/DIV.**-Schalterstellung von **10µs/div.** empfehlenswert. Es werden dann ca. 1½ Zeilen sichtbar.

Im allgemeinen hat das komplette Videosignal einen starken Gleichspannungsanteil. Bei konstantem Bildinhalt (z.B. Testbild oder Farbbalkengenerator) kann der Gleichspannungsanteil ohne weiteres durch **AC**-Eingangskopplung des Oszilloskop-Verstärkers unterdrückt werden. Bei wechselndem Bildinhalt (z.B. normales Programm) empfiehlt sich aber **DC**-Eingangskopplung, weil das Signalbild sonst mit jeder Bildinhaltänderung die vertikale Lage auf dem Bildschirm ändert. Mit dem **Y-POS.**-Knopf kann der Gleichspannungsanteil immer so kompensiert werden, daß das Signalbild in der Bildschirmrasterfläche liegt. Das komplette Videosignal sollte bei **DC**-Kopplung eine vertikale Höhe von **6cm** nicht überschreiten.

Die Sync-Separator-Schaltung wirkt ebenso bei externer Triggerung. Selbstverständlich muß der Spannungsbereich (**0,3Vss** bis **3Vss**) für die externe Triggerung eingehalten werden. Ferner ist auf die richtige Flankenrichtung zu achten, die ja bei externer Triggerung nicht mit der Richtung des Signal-Synchronimpulses übereinstimmen muß. Beides kann leicht kontrolliert werden, wenn die externe Triggerspannung selbst erst einmal (bei interner Triggerung) dargestellt wird.

Netztriggerung

Zur Triggerung mit Netzfrequenz in Stellung ~ des **TRIG.**-Schalters wird eine Spannung aus dem Netzteil als netzfrequentes Triggersignal (50/60Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls in gewissen Grenzen für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenten Einstreuungen in eine Schaltung.

Mit der **SLOPE**-Taste wird bei Netztriggerung zwischen der positiven und der negativen Halbwelle gewählt (evtl. Netzstecker umpolen). Bei Normaltriggerung kann der Triggerpunkt über einen gewissen Bereich der gewählten Halbwelle verschoben werden.

Netzfrequente magnetische Einstreuungen in eine Schaltung können mit einer Spulen Sonde nach Richtung (Ort) und Amplitude untersucht werden. Die Spule sollte zweckmäßig mit möglichst vielen Windungen dünnen Lackdrahtes auf einen kleinen Spulenkörper gewickelt und über ein geschirmtes Kabel an einen BNC-Stecker (für den Oszilloskop-Eingang) angeschlossen werden. Zwischen

Stecker- und Kabel-Innenleiter ist ein kleiner Widerstand von mindestens 100Ω einzubauen (Hochfrequenz-Entkopplung). Es kann zweckmäßig sein, auch die Spule außen statisch abzuschirmen, wobei keine Kurzschlußwindungen auftreten dürfen. Durch Drehen der Spule in zwei Achsrichtungen lassen sich Maximum und Minimum am Meßort feststellen.

Alternierende Triggerung (nur im Analogbetrieb)

Mit alternierender Triggerung (Taste **ALT.** gedrückt) kann **nur** bei alternierendem **DUAL**-Betrieb auch von beiden Kanälen gleichzeitig intern getriggert werden. Die beiden Signalfrequenzen können dabei zueinander asynchron sein; allerdings kann die Phasendifferenz nicht mehr ermittelt werden. Zur Vermeidung von Triggerproblemen, bedingt durch Gleichspannungsanteile, ist **AC**-Eingangskopplung für beide Kanäle empfehlenswert.

Die interne Triggerquelle wird bei alternierender Triggerung entsprechend der alternierenden Kanalumschaltung nach jedem Zeitablenkvorgang umgeschaltet. Daher muß die Amplitude beider Signale für die Triggerung ausreichen.

Mit der Umschaltung auf alternierende Triggerung wird von automatischer Spitzenwert-Triggerung intern auf automatische Triggerung geschaltet.

Externe Triggerung

Durch Drücken der Taste **EXT.** wird die interne Triggerung abgeschaltet. Über die BNC-Buchse **TRIG. INP.** kann jetzt extern getriggert werden, wenn dafür eine Spannung von $0,3V_{ss}$ bis $3V_{ss}$ zur Verfügung steht, die synchron zum Meßsignal ist. Diese Triggerspannung darf durchaus eine völlig andere Kurvenform als das Meßsignal haben. Die Triggerung ist in gewissen Grenzen sogar mit ganzzahligen Vielfachen oder Teilen der Meßfrequenz möglich; Phasestarrheit ist allerdings Bedingung. Es ist aber zu beachten, daß Meßsignal und Triggerspannung trotzdem einen Phasenwinkel aufweisen können. Ein Phasenwinkel von z.B. 180° wirkt sich dann so aus, daß trotz ungedrückter **SLOPE**-Taste (steigende Flanke löst die Triggerung aus) die Darstellung des Meßsignals mit einer negativen Flanke beginnt.

Auch bei externer Triggerung wird die Triggerspannung über die Triggerkopplung geführt. Der einzige Unterschied zur internen Triggerung besteht darin, daß die Ankopplung der Triggerspannung über einen Kondensator erfolgt. Damit beträgt bei allen Triggerkopplungsarten die untere Grenzfrequenz ca. 20Hz.

Die Eingangsimpedanz der Buchse **TRIG. INP.** liegt bei etwa $100k\Omega$ || 10pF. Die maximale Eingangsspannung ist 100V (DC+Spitze AC).

Triggeranzeige

Im X-Feld (Zeitbasis) befindet sich auch eine mit **TR** bezeichnete LED. Sie leuchtet sowohl bei automatischer als auch bei Normaltriggerung auf, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Das interne bzw. externe Triggersignal muß in ausreichender Amplitude am Triggerkomparator anliegen.
2. Die Referenzspannung am Komparator (Triggerpunkt) muß es ermöglichen, daß Signalfanken den Triggerpunkt unter- und überschreiten.

Dann stehen Triggerimpulse am Komparatorausgang für den Start der Zeitbasis und für die Triggeranzeige zur Verfügung.

Die Triggeranzeige erleichtert die Einstellung und Kontrolle der Triggerbedingungen, insbesondere bei sehr niederfrequenten (Normaltriggerung verwenden) oder sehr kurzen impulsförmigen Signalen. Die triggerauslösenden Impulse werden durch die Triggeranzeige ca. 100ms lang gespeichert und angezeigt. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist daher das Aufleuchten der LED mehr oder weniger impulsartig. Außerdem blitzt dann die Anzeige nicht nur beim Start der Zeitablenkung am linken Bildschirmrand auf, sondern – bei Darstellung mehrerer Kurvenzüge auf dem Schirm – bei jedem Kurvenzug.

Holdoff-Zeiteinstellung (nur im Analogbetrieb)

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Knopfes bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung des **HOLD OFF**-Knopfes erreicht werden. Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit der Triggerung zwischen zwei Zeit-Ablenkerperioden im Verhältnis von ca. 10:1 kontinuierlich vergrößert werden. Triggerimpulse die innerhalb dieser Sperrzeit auftreten, können den Start der Zeitbasis nicht auslösen. Besonders bei Burst-Signalen oder aperiodischen Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Beginn der Triggerphase dann auf den jeweils günstigsten oder erforderlichen Zeitpunkt eingestellt werden.

Ein stark verrauschtes oder ein durch eine höhere Frequenz gestörtes Signal wird manchmal doppelt dargestellt. Unter Umständen läßt sich mit der LEVEL-Einstellung nur die gegenseitige Phasenverschiebung beeinflussen, aber nicht die Doppeldarstellung. Die zur Auswertung erforderliche stabile Einzeldarstellung des Signals ist aber durch die Vergrößerung der HOLD OFF-Zeit leicht zu erreichen. Hierzu ist der HOLD OFF-Knopf langsam nach rechts zu drehen, bis nur noch ein Signal abgebildet wird.

Eine Doppeldarstellung ist bei gewissen Impulssignalen möglich, bei denen die Impulse abwechselnd eine kleine Differenz der Spitzenamplituden aufweisen. Nur eine ganz genaue **LEVEL**-Einstellung ermöglicht die Einzeldarstellung. Der Gebrauch des **HOLD OFF**-Knopfes vereinfacht auch hier die richtige Einstellung.

Nach Beendigung dieser Arbeit sollte der **HOLD OFF**-Regler unbedingt wieder auf Linksanschlag zurückgedreht werden, weil sonst u.U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist.

Die Arbeitsweise ist aus folgenden Abbildungen ersichtlich.

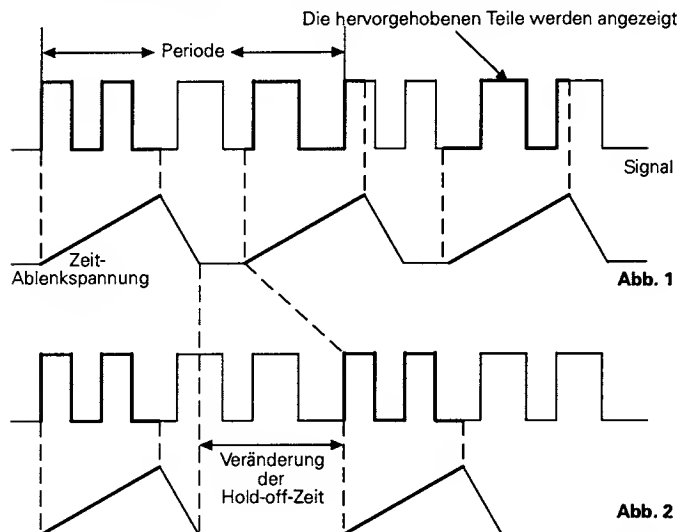


Abb. 1 zeigt das Schirmbild bei Linksanschlag des **HOLD-OFF**-Einstellknopfes (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

Abb. 2: Hier ist die Hold-off-Zeit so eingestellt, daß immer die gleichen Teile des Kurvenzuges angezeigt werden. Es wird ein stehendes Bild dargestellt.

Y-Überbereichsanzeige

Diese Anzeige leuchtet auf, wenn der gesamte Strahl oder Signalanteile das Meßraster in vertikaler Richtung verlassen. Die Anzeige erfolgt mit der **OVERSCAN**-Anzeige, die im Bedienungsfeld zwischen den Teilerschaltern angeordnet ist und aus 2 Leuchtdioden besteht. Leuchtet eine LED ohne angelegtes Meßsignal, deutet dies auf einen verstellten Y-POS.-Knopf hin. An der Zuordnung der LEDs erkennt man, in welcher Richtung der Strahl den Bildschirm verlassen hat. Bei DUAL-Betrieb können auch beide Y-POS.-Knöpfe verstellt sein. Haben beide Strahllinien den Schirm der selben Richtung verlassen, leuchtet ebenfalls nur eine LED. Befindet sich jedoch ein Strahl oberhalb und der andere unterhalb des Meßrasters, leuchten beide LEDs. Die Anzeige der Y-Position bei Rasterüberschreitung erfolgt in **jeder Betriebsart**, also auch dann, wenn wegen fehlender Zeitablenkung keine Zeitlinie geschrieben wird oder das Oszilloskop im XY-Betrieb arbeitet. Wie schon im Absatz "Voreinstellungen" bemerkt, sollte möglichst oft mit automatischer Triggerung gearbeitet werden. Dann ist auch ohne Meßsignal ständig eine Zeitlinie vorhanden. Nicht selten verschwindet die Strahllinie nach dem Anlegen des Meßsignals. An der Anzeige erkennt man dann, wo sie sich befindet. Leuchten beim Anlegen der Signalspannung beide Anzeigen gleichzeitig, wird das Raster in beiden Richtungen überschrieben. Ist das Signal einer relativ hohen Gleichspannung überlagert, kann, bei **DC**-Kopplung des Vertikalverstärkers, die Gleichspannungskomponente den Strahl unter Umständen über den Rasterrand hinaus ablenken. Dann ist entweder **AC**-Eingangskopplung zur Unterdrückung der Gleichspannungskomponente oder ein anderer Ablenkoeffizient zu wählen.

Komponenten-Test (nur im Analogbetrieb)

Der HM305 hat einen eingebauten Komponenten-Tester, der durch Drücken der **COMP. TESTER**-Taste sofort betriebsbereit ist. Der zweipolige Anschluß des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die zugeordneten Buchsen (rechts unter dem Bildschirm). Bei gedrückter **COMP. TESTER**-Taste (**ON**) sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den drei Front-BNC-Buchsen weiter anliegen, wenn einzelne nicht in Schaltungen befindliche Bauteile (Einzelbauteile) getestet werden. Nur in diesem Fall müssen die Zuleitungen zu den BNC-Buchsen nicht gelöst werden (siehe „Tests direkt in der Schaltung“). Außer den **INTENS.**, **FOCUS**- und **X-POS.**-Einstellern haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluß auf diesen Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den **COMP. TESTER**-Buchsen sind zwei einfache Meßschnüre mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Nach beendetem Test kann durch Auslösen der **COMP. TESTER**-Taste der Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.

Wie im Abschnitt SICHERHEIT beschrieben, sind alle Meßanschlüsse (bei einwandfreiem Betrieb) mit dem Netzschutzleiter verbunden, also auch die COMP. TESTER-Buchsen. Für den Test von Einzelbauteilen (nicht in Geräten bzw. Schaltungen befindlich) ist dies ohne Belang, da diese Bauteile nicht mit dem Netzschutzleiter verbunden sein können.

Sollen Bauteile getestet werden die sich in Testschaltungen bzw. Geräten befinden, müssen die Schaltungen bzw. Geräte unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Soweit Netzbetrieb vorliegt ist auch der Netzstecker des Testobjektes zu ziehen. Damit wird sichergestellt, daß eine Verbindung zwischen Oszilloskop und Testobjekt über den Schutzleiter vermieden wird. Sie hätte falsche Testergebnisse zur Folge.

Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Ein im HM305 befindlicher Sinusgenerator erzeugt eine Sinusspannung, deren Frequenz 50Hz ($\pm 10\%$) beträgt. Sie speist eine Reihenschaltung aus Prüfobjekt und eingebauten Widerstand. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z.B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein

Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohmische Widerstände zwischen **20Ω** und **4,7kΩ** testen.

Kondensatoren und **Induktivitäten** (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. **Lage und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei einer Frequenz von 50Hz.** Kondensatoren werden im Bereich **0,1μF** bis **1000μF** angezeigt.

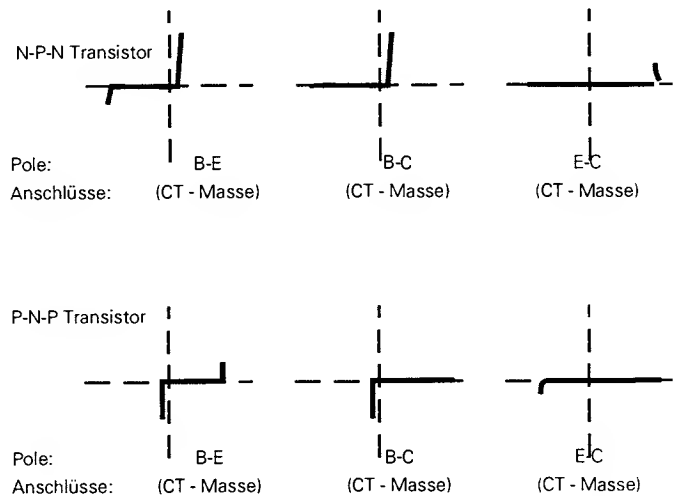
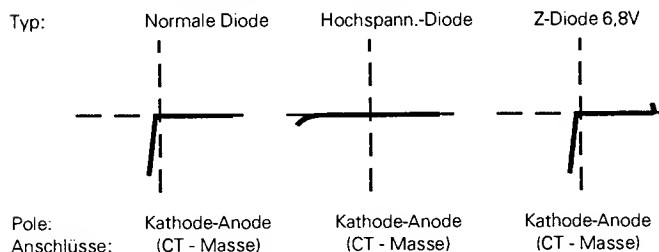
Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet eine hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).

Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).

Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

Bei Halbleitern erkennt man die **spannungsabhängigen Kennlinienknicke** beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden **Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik** dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter 7V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z.B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da der Teststrom nur einige mA beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller **Halbleiter zerstörungsfrei geprüft** werden. Eine Bestimmung von Halbleiter-Durchbruch- und Sperrspannung >7V ist nicht möglich. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.

Recht genaue Ergebnisse erhält man beim **Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen** des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere für Halbleiter. Man kann damit z.B. den kathodenseitigen Anschluß einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlußfolge B-C-E eines unbekannten Transistortyps schnell ermitteln.



Zu beachten ist hier der Hinweis, daß die **Anschlußumpolung eines Halbleiters** (Vertauschen von COMP. TESTER-Buchse mit Masse-Buchse) eine **Drehung des Testbilds um 180°** um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt.

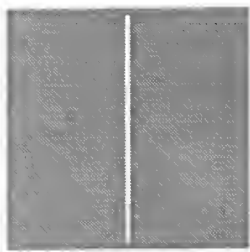
Wichtiger noch ist die einfache Gut-/Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluß, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird.

Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in Bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluß eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

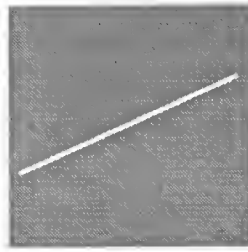
Tests direkt in der Schaltung sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen – besonders wenn diese bei einer Frequenz von 50Hz relativ niederohmig sind – ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein **Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung**. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muß (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Meßpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluß einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluß sollte dann mit der **COMP. TESTER-Prüfbuchse ohne Massezeichen** verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.

Die Testbilder zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

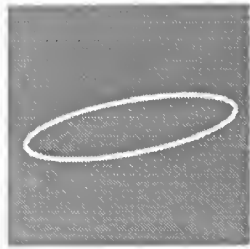
Testbilder Bauteile einzeln



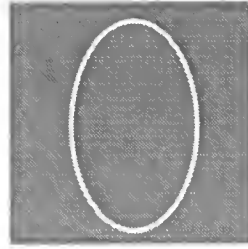
Kurzschluß



Widerstand 510Ω

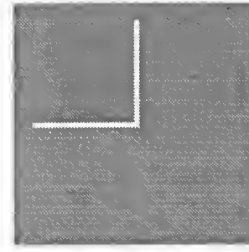


Netztrafo primär

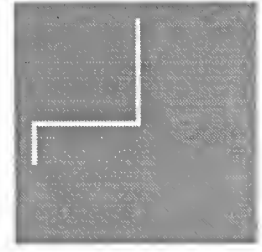


Kondensator 33μF

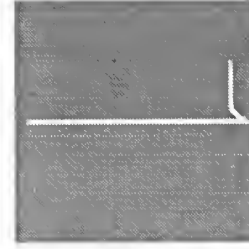
Testbilder Transistoren einzeln



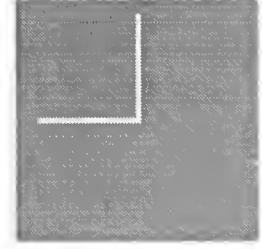
Strecke B-C



Strecke B-E

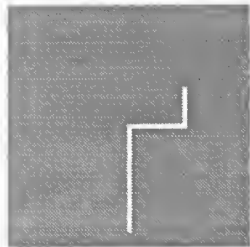


Strecke E-C

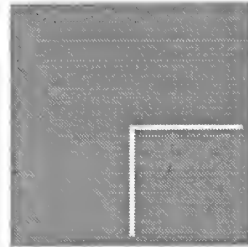


FET

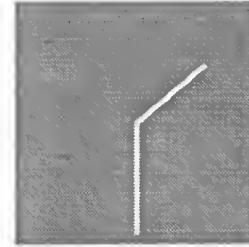
Testbilder Dioden einzeln



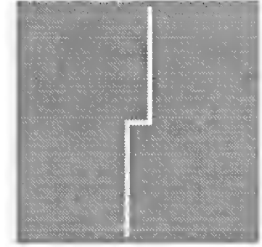
Z-Diode unter 7V



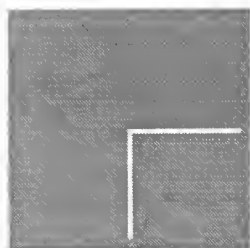
Z-Diode über 7V



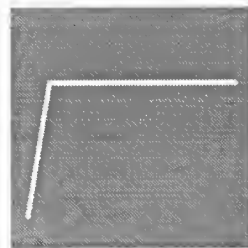
Diode parallel 680Ω



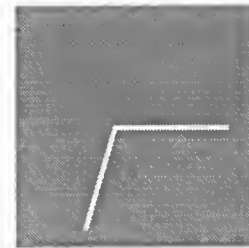
2 Dioden antiparallel



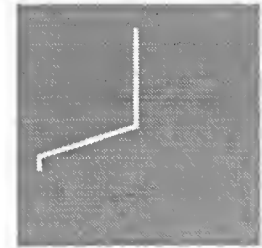
Siliziumdiode



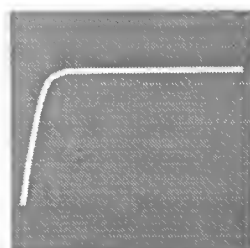
Germaniumdiode



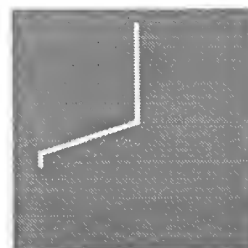
Diode in Reihe mit 51Ω



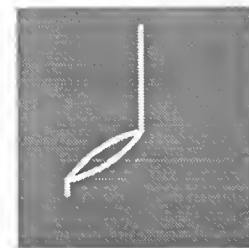
B-E parallel 680Ω



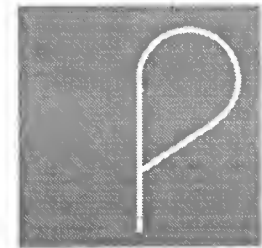
Gleichrichter



Thyristor, G u. A verbunden



Strecke B-E mit 1μF+680Ω



Si.-Diode paral. mit 10μF

Testbilder Halbleiter in der Schaltung

Speicherbetrieb

Der HM305 verfügt für jeden Kanal über einen 8-Bit A/D-Wandler. Die von der Zeitbasisstellung abhängige Abtastrate beträgt maximal **40MS/s** (40 Millionen Abtastungen pro Sekunde). Bei der Signalerfassung besteht prinzipiell kein Unterschied zwischen der Erfassung repetierender (sich wiederholender) Signale und dem Aufzeichnen einmaliger Ereignisse. Die Signaldarstellung erfolgt immer mit einer linearen Punktverbindung (**Dot Join**) der Abtastpunkte.

Die Signalerfassung wird im **SINGLE**- und **REFRESH**-Betrieb durch die Triggerung ausgelöst, während sie im **ROLL**-Betrieb triggerunabhängig (ungetriggert) erfolgt.

Alle im Digitalspeicher-Betrieb erfaßten und gespeicherten Signaldaten können an der HAMEG-Schnittstelle zur Dokumentation abgerufen werden.

Signal-Erfassungsarten

Im Speicherbetrieb können Signale in 3 Betriebsarten erfaßt bzw. dargestellt werden:

1. **REFRESH**-Betrieb (RFR-LED leuchtet)
2. **SINGLE**-Betrieb (SGL-LED leuchtet)
3. **ROLL**-Betrieb (ROL-LED leuchtet)

Der **REFRESH**-Betrieb entspricht bezüglich der Darstellung dem gewohnten Verhalten eines Analog-Oszilloskops. Durch die Triggerung ausgelöst erfolgt mit 0% Pre-Triggerung ein "Schreibvorgang", der am linken Bildrand beginnt und am rechten Rand endet. Ein darauf folgendes Triggerereignis startet erneut die Datenerfassung und überschreibt die Daten des vorherigen Abtastzyklus.

Bei automatischer Triggerung und ohne anliegendes Signal wird die Y-Strahlposition aufgezeichnet. Liegt ein Signal an dessen Signalfrequenz kleiner als die Wiederholfrequenz der Triggerautomatik ist, erfolgt wie im Analogoszilloskop-Betrieb eine ungetriggerte Darstellung. Im Gegensatz dazu wird bei Normaltriggerung ohne Triggersignal keine neue Aufzeichnung gestartet. Anders als im Analogoszilloskop-Betrieb bleibt der Bildschirm dann nicht dunkel, sondern zeigt die letzte Aufzeichnung so lange, bis ein erneutes Auslösen der Triggerung eine neue Aufzeichnung bewirkt.

Im **SINGLE**-Betrieb können einmalige Ereignisse aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnung beginnt, wenn die der **RESET**-Taste zugeordnete **LED** leuchtet. Nach Auslösen der Triggerung und dem Ende der Aufzeichnung erlischt die RESET-LED.

Um ein ungewolltes Auslösen von Signalaufzeichnungen durch die Triggerautomatik zu verhindern, wird diese im

SINGLE-Betrieb intern abgeschaltet. Trotzdem ist, wenn sich die **AT/NORM**-Taste in **AT**-Stellung befindet, die Spitzenwerterfassung weiter wirksam. In den meisten Fällen sollte auf **NORM**-Triggerung geschaltet werden, damit der maximale **LEVEL**-Einstellbereich nutzbar ist. Außerdem sollte sich der **TRIG** (Triggerkopplung)-Schalter in **DC**-Stellung befinden.

Die Spannungshöhe, bei der die Normal-Triggerung auslösen soll, ist nicht direkt, aber indirekt zu bestimmen. Zunächst ist die 0 Volt Strahlposition für die spätere Aufnahme mit **Y-POS** zu bestimmen. Dazu den Eingang auf **GD** und auf automatische Triggerung schalten. Danach auf **DC**-Eingangskopplung sowie **DC**-Triggerkopplung schalten und das Signal des Komponententesters in geeigneter Höhe darstellen. Anschließend kann bei **NORM**-Triggerung mit dem **LEVEL**-Einsteller der gewünschte Triggerpunkt ober- oder unterhalb der 0 Volt Position eingestellt werden. Ist seine Position 2 Division oberhalb der vorher bestimmten 0 Volt Position festgelegt, erfolgt die Triggerung mit einer Eingangsspannung die diesen Wert (2 Division) über- oder unterschreitet (**SLOPE** abhängig). Die Höhe der benötigten Eingangsspannung hängt dann nur noch vom Y-Ablenkkoeffizienten (Teilerschalterstellung) und dem Taster ab.

Beispiel: Triggerpunkt 2 div. über 0 Volt, 1 Volt/Division und 10:1 Taster = +20 Volt.

ROLL-Betrieb ist nur im Zeitbasis-Bereich von 0,1s/Div. bis 50s/Div. (gestrichelt markiert) möglich. Dazu muß sich die **ms/s**-Taste gedrückt in der s-Stellung befinden. Erst dann kann mit der MODE-Taste auf Roll-Betrieb geschaltet werden (**ROL**-LED leuchtet).

Im **ROLL**-Betrieb wird der Speicherinhalt, und damit die Darstellung, kontinuierlich aktualisiert. Wegen der in dieser Betriebsart ungetriggerten Signalerfassung entsteht keine triggerbedingte zeitliche Lücke, da nicht auf einen erneuten Start der Aufzeichnung durch ein geeignetes Triggersignal gewartet werden muß. Die Darstellung wird am rechten Bildrand ständig aktualisiert. Mit jedem neuen Abtastvorgang werden die Daten der vorhergehenden Abtastvorgänge um eine Adresse verschoben. Auf dem Bildschirm wirkt sich dies als Verschiebung nach links aus. Der zuvor am linken Bildrand angezeigte Wert ist dann nicht mehr im Speicher.

Bedienelemente des Speicherteils und ihre Funktion.

Alle nur im Speicherbetrieb wirksamen Bedienelemente befinden sich im X-Feld der Frontplatte. Bis auf die **ms/s**-Zeitbereichstaste sind sie innerhalb des unrahmten Bereichs angeordnet. Alle Speicher-Bedienelemente sind im Analog-Oszilloskop-Betrieb unwirksam.

STOR.: Mit dem Einrasten dieser Drucktaste schaltet das Oszilloskop von Analog- auf Digitalspeicher-Betrieb um und eine **MODE**-LED leuchtet. Ein erneuter Druck löst die

Taste aus, schaltet zurück auf den Analog-Betrieb und die MODE-LED erlischt.

Wie bereits in der Beschreibung des XY- und des Componententester-Betriebs erwähnt, sind diese Betriebsarten nur im Analog-Betrieb möglich. Sie haben Vorrang vor dem Digitalspeicher-Betrieb. Es kann dann nicht in den Speicher-Betrieb geschaltet werden, bzw. es wird automatisch auf den Analog-Betrieb umgeschaltet.

MODE: Ist das Oszilloskop auf Speicherbetrieb geschaltet, leuchtet eine der Anzeigen

RFR = REFRESH-Betrieb

SGL = SINGLE-Betrieb

ROL = ROLL-Betrieb

auf und zeigt die gewählte Signal-Erfassungsart an. Mit jedem Tastendruck auf die **MODE**-Taste wird auf die nächste Betriebsart und die entsprechende Anzeige umgeschaltet. Ist die **ms/s**-Taste ungedrückt (ms-Stellung), kann mit der **MODE**-Taste zwischen REFRESH (**RFR**) und SINGLE (**SGL**) gewählt werden. Bei gedrückter **ms/s**-Taste ist die Schaltsequenz RFR-SGL-ROL-RFR.

Steht der **TIME/DIV.**-Schalter in einer Stellung die nicht im Speicherbetrieb zulässig ist (Markierung auf der Frontplatte beachten), blinkt die Anzeige.

Die Beschreibung der Signal-Erfassungsarten ist dem gleichnamigen Abschnitt zu entnehmen.

HOLD I, HOLD II: Für jeden Kanal steht eine HOLD-Taste zur Verfügung. Wird eine HOLD-Taste gedrückt, ist der Speicherinhalt des jeweiligen Kanals vor dem Überschreiben mit neuen Daten geschützt. Im Additionsbetrieb (**ADD**) ist nur **HOLD I** zu betätigen.

HOLD kann jederzeit betätigt werden und unterbricht sofort die weitere Aktualisierung des Speicherinhalts. Soll eine im **DUAL**-Betrieb erfolgte Aufnahme vor Überschreiben geschützt werden, sind beide Tasten zu drücken. Es besteht aber auch die Möglichkeit nur einen Kanal mit **HOLD** zu sichern und dieses Signal als Referenzsignal zu verwenden, während mit dem anderen Kanal das zu vergleichende aktuelle Signal angezeigt wird.

Im **DUAL**-Betrieb kann ein Zeitunterschied beim "gleichzeitigen" Betätigen beider Tasten entstehen. Das kann vermieden werden, in dem die Aufnahme im Einzelschuß-Betrieb (**SGL**) erfolgt. Dadurch wird ein vollständiger Abtast-Zyklus ausgelöst, der, wenn er beendet ist, nicht überschrieben wird. Anschließend kann mit **HOLD** verhindert werden, daß ein versehentliches Betätigen der **RESET**-Taste ein erneutes Überschreiben bewirkt. Ähnlich verhält es sich bei Aufnahmen in langsamen Zeitbasis-Stellungen, bei denen sichtbar wird, wie der alte Speicherinhalt durch neue Daten überschrieben wird. Dabei kann, bedingt durch eine Veränderung des Signals

oder des Triggerpunktes, ein Übergang (Stoßstelle) zwischen neuer und alter Aufnahme sichtbar sein. Mit einer Aufnahme im Einzelschuß-Betrieb (**SGL**) ist auch dies vermeidbar.

Es besteht auch die Möglichkeit, zwei im **DUAL**-Betrieb aufgenommene und mit **HOLD I** und **HOLD II** abgespeicherte Signale einzeln darzustellen. Dazu ist von **DUAL**-Betrieb auf **CH I** oder **CH II** zu schalten. Umgekehrt können 2 Signale nacheinander über **CH I** und **CH II** aufgenommen und jeweils mit **HOLD** abgespeichert werden. Sie lassen sich anschließend gemeinsam im **DUAL**-Betrieb darstellen.

RESET: Mit **RESET** wird im **SINGLE**-Betrieb (Ereigniserfassung) die Signalabtastung gestartet.

Wird in den **SINGLE (SGL)**-Betrieb geschaltet, leuchtet die **RESET**-Anzeige auf. Ein noch nicht vollständig ausgeführter Abtastzyklus ("Zeitablenkvorgang") wird beim Umschalten auf **SINGLE** nicht abgebrochen, sondern zu Ende geführt. Befindet sich dabei der **ms/s** Zeitbereich-Schalter in der **s**-Stellung, wird die Vervollständigung des Ablenkungsvorgangs als **ROLL**-Darstellung gezeigt (Signal wandert zum linken Bildrand) und die **RESET**-Anzeige erlischt.

Wird dann die **RESET**-Taste betätigt, leuchtet die **RESET**-Anzeige auf und eine neue Aufnahme beginnt. In der **s**-Stellung des Zeitbereich-Schalters ist dies direkt sichtbar. Sie erfolgt als **ROLL**-Darstellung, hat aber sonst keine Gemeinsamkeiten mit dem **ROLL**-Betrieb. Wenn ein (Trigger-) Ereignis erfolgte, stoppt die **ROLL**-Darstellung nachdem die Aufnahme vollständig ist (Abtastzyklus beendet) und die **RESET**-Anzeige erlischt. In den **ms**-Zeitbereich-Stellungen ist der eigentliche Aufnahmevorgang nicht direkt zu verfolgen. Die Anzeige des zuvor erfaßten (Trigger-) Ereignisses erfolgt, wenn die Aufnahme beendet ist und deshalb die **RESET**-Anzeige nicht mehr leuchtet.

PRE-TRIG.: Der Pre-Trigger ist nur in den getriggerten Aufzeichnungsarten wirksam (**REFRESH** und **SINGLE**), also **nicht** im **ROLL**-Betrieb.

Ist die **PRE-TRIG.**-Taste nicht eingerastet, erfolgt die Aufzeichnung des Meßsignals ohne Vorgeschichte (**0%** Pre-Trigger). Das Triggerereignis befindet sich dann am Strahlstart (wie bei einem Analogoszilloskop). Mit eingerasteter **PRE-TRIG.**-Taste wird vom Strahlstart bis zur Mitte (**50%**) die Vorgeschichte gezeigt. Dem folgt das Triggerereignis und der folgende Signalverlauf. Der Pre-Triggerwert bezieht sich auf das Raster in X-Richtung.

Im **s**-(Sekunden) Zeitbereich beträgt die maximal benötigte Zeit für die Vorgeschichte in der **50s/Div.** Stellung $5 \times 50s = 250s$. Aus diesem Grund ist die Pre-Triggerung im **REFRESH**-Betrieb in allen Stellungen des **s**-Zeitbereichs unwirksam, um zu lange Wartezeiten bei der Aufzeichnung periodischer Signale zu vermeiden. Soll dennoch eine Aufnahme mit **50%** Pre-Triggerung erfolgen, muß

auf den **SINGLE**-Betrieb geschaltet werden, allerdings muß auch dann die Zeit für die 50% Pre-Triggerung abgelaufen sein, ehe ein Triggerereignis wirksam wird.

In der s-Stellung des ms/s Zeitbereich-Schalters ist die Signal-Datenerfassung im SINGLE-Betrieb direkt sichtbar. Sie erfolgt als ROLL-Darstellung, hat aber sonst keine Gemeinsamkeiten mit dem ROLL-Betrieb.

ms/s: Mit dieser Taste kann der Zeitbereich gewählt werden.

In der Stellung **ms** können mit dem TIME/DIV.-Dreh-schalter Zeitablenkoeffizienten zwischen **50ms/Div.** und **5µs/Div.** gewählt werden. Es ist dann der schwarz umrandete Bereich gültig. Befindet sich der TIME/DIV.-Schalter im Speicherbetrieb außerhalb dieses Bereichs, blinkt die MODE-Anzeige.

Da im Speicherbetrieb noch größere Zeitkoeffizienten sinnvoll sind, kann er um den **Faktor 1000** vergrößert werden. Dazu ist der ms/s-Zeitbereich-Schalter einzurasten (s-Stellung). Dann ist der gestrichelt umrandete Bereich der Skala gültig. Es sind Zeitkoeffizienten von **50s/Div.** bis **0,1s/Div.** einstellbar. Nur in diesem Bereich ist ROLL-Betrieb möglich.

Der auf dem TIME/DIV.-Schalter befindliche Einsteller (**VAR.**) ist im Speicherbetrieb **unwirksam**.

Speicherauflösung

Vertikalauflösung

Die im Speicherteil eingesetzten 8 Bit Analog-/Digital-Wandler ermöglichen 256 unterschiedliche Strahlpositionen (Vertikalauflösung). Die Darstellung auf dem Schirmbild erfolgt so, daß die Auflösung 25 Punkte/cm beträgt. Dadurch ergeben sich Vorteile bei der Signal-Darstellung, -Dokumentation und -Nachverarbeitung (Dezimalbrüche). Auch wird die Möglichkeit der Fehlinterpretation von Signaldarstellungen vermieden, wenn z.B. ein sinusförmiges Signal übersteuert dargestellt wird. In diesem Falle wird das Signal, bedingt durch den Aussteuerbereich des A/D-Wandlers, außerhalb des sichtbaren Bildschirmbereiches begrenzt. Dadurch kann es nicht als trapezförmiges Signal fehlgedeutet werden.

Geringfügige, die Y-Position und -Amplitude betreffende, Abweichungen zwischen der Darstellung auf dem Bildschirm (analog) und der digitalen Dokumentation (z.B. Drucker) sind unvermeidlich. Sie resultieren aus unterschiedlichen Toleranzen, welche die zur Schirmbild-darstellung benötigten Analogschaltungen betreffen.

Die Strahlpositionen sind wie folgt definiert:

Mittlere horizontale Rasterlinie	=	10000000b	=	80h	=	128d
Oberste	"	"	=	11100100b	=	E4h = 228d
Unterste	"	"	=	00011100b	=	1Ch = 28d

Im Gegensatz zum Analogoszilloskop-Betrieb, mit seiner theoretisch unendlichen Y-Auflösung, ist sie im Digital-Speicheroszilloskop Betrieb auf 25 Punkte/cm begrenzt. Dem Meßsignal überlagertes Rauschen führt dazu, daß, besonders dann wenn die Y-Position kritisch eingestellt ist, sich bei der A/D-Wandlung das geringwertigste Bit (LSB) ständig ändert.

Horizontalauflösung

Für jeden Kanal stehen 2048 Byte Speicher zur Verfügung, davon werden 2000 Byte (Abtastwerte) über 10 Division X-Raster dargestellt. Ohne X mal 10 Dehnung werden folglich 200 Byte pro Division angezeigt.

Die Speichertiefe (Horizontalauflösung) und die Abtast-rate sind bestimmend für den Zeitkoeffizienten (Zeitbasis). Da die maximale Abtastrate des Wandlers 40MS/s beträgt, ist das kleinste Zeitintervall zwischen 2 Abtastungen 25ns. Für die Abtastung von 200 Byte (= 1 Zentimeter (Div.)) wird eine Zeit von $200 \times 25\text{ns} = 5\mu\text{s}$ benötigt. Daraus ergibt sich die schnellste Zeitbasisstellung von 5µs/div. (mit X-MAG. $\times 10$ 0,5µs/div.).

Bei einer Speichertiefe von nur 500 Byte (50 Byte pro Div.) und derselben max. Abtastrate von 40MS/s, würde die schnellste Zeitbasisstellung $50 \times 25\text{ns} = 1,25\mu\text{s/cm}$ betragen. Wie im Abschnitt "Maximale Signalfrequenz im Speicherbetrieb" näher erläutert, sind mit 40MS/s noch 4MHz Signale erfaßbar. Bei Geräten mit einer Darstellung von nur 500 Byte/10cm darf die Periodendauer eines Signales in dem 4MHz Anteil vorkommen (z.B. Burst) nur $10 \times 1,25\mu\text{s} = 12,5\mu\text{s}$ lang sein, um vollständig dargestellt zu werden. Andernfalls ist nur ein Teil des Signals darstellbar. Wegen der 4fach größeren Speichertiefe des 2k-Byte Oszilloskops ergibt sich der Vorteil, daß die Periodendauer eines solchen Signals 50µs betragen darf.

Ein weiterer Nachteil einer geringeren Speichertiefe ist die schlechtere X-Auflösung.

Horizontalauflösung mit X-Dehnung

Wie zuvor beschrieben, ist die relativ hohe X-Auflösung von 200 Signal-Abtastungen/div. bei den meisten Anwendungen vorteilhaft. Sie kann aber im Bedarfsfalle auch verringert werden. Dazu ist die Taste X-MAG. $\times 10$ zu drücken. Ein 4MHz Signal (Periodendauer 0,25µs) wird in der Zeitbasisstellung 5µs/cm und X-MAG. $\times 1$ mit 20 Signalperioden/cm dargestellt. Ist die X-Dehnung (X-MAG. $\times 10$) wirksam, entspricht dies einer Zeitbasisstellung von 0,5µs/cm. Dabei wird das 4MHz Signal mit 2 Signalperioden/cm dargestellt und ist besser auszuwerten. Die X-Auflösung beträgt dann 20 Abtastungen/cm. Damit wird der scheinbare Nachteil der höheren Speichertiefe aufgehoben.

Die X-Dehnung **X-MAG. $\times 10$** bewirkt eine Ausschnitt-vergrößerung, bei der die Auflösung 20 Byte/Division beträgt. Der gewünschte Ausschnitt kann mit dem **X-POS.**-Einsteller eingestellt werden.

Maximale Signalfrequenz im Speicherbetrieb

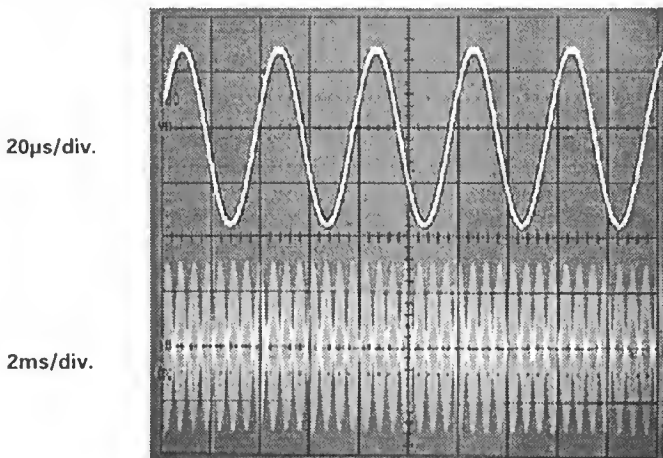
Die höchste auswertbare Frequenz ist nicht exakt definierbar, da sie von der Signalform und der Darstellungshöhe des Signals abhängt.

Während ein rechteckförmiges Signal bezüglich seiner Erkennbarkeit relativ geringe Anforderungen stellt, sind, um ein sinusförmiges von einem dreieckförmigen Signal unterscheiden zu können, mindestens 10 Abtastungen/Signalperiode erforderlich. Bei einer maximalen Abtastrate von 40MS/s (Abtast-Zeitintervall $1 : 40 \times 10^{-6}$ Abtastungen = 25ns) die in der 5µs/Div. Zeitbasisstellung vorliegt, ergibt sich als höchste Signalfrequenz 4MHz (10 Abtastungen \times 25ns $\hat{=}$ 250ns Periodendauer $\hat{=}$ 4MHz).

Der HM 305 erfaßt das Meßsignal durch Echtzeit-Abtastung. Es besteht hinsichtlich der höchstmöglichen Signalfrequenz kein Unterschied zwischen sich periodisch wiederholenden und einmalig auftretenden Signalen. Die Echtzeit-Abtastung ist zur Erfassung von Einzelereignissen, der wichtigsten Betriebsart eines Digital-Speicheroszilloskops, die einzig mögliche Aufzeichnungsart.

Bei der Darstellung sich periodisch wiederholender Signale, die mit weniger als 10 Abtastungen/Signalperiode aufgezeichnet werden, ist, wie erläutert, die Signalform nicht mehr erkennbar. Unter derartigen Bedingungen kann es auch zur Darstellung sogenannter Alias-Signale kommen, die in Bezug auf Form, Frequenz und Amplitude nicht mit dem Meßsignal übereinstimmen. Ein 20MHz Sinussignal (Periodendauer 50ns) würde z.B. als durchgehend waagerechte 0 Volt Linie dargestellt werden, wenn es mit 2 Abtastungen/Periode im 25ns Abstand jedesmal zufällig im Nulldurchgang abgetastet wird. Eine derartige Darstellung kann sofort erkannt werden, wenn auf Analog-Oszilloskop Betrieb umgeschaltet wird.

Die Abbildung zeigt ein sinusförmiges Signal, welches in der oberen Darstellung mit einer ausreichenden Abtastrate (Zeitbasiseinstellung) aufgenommen wurde. Die untere Darstellung zeigt eine der möglichen Signalverfälschungen durch eine zu niedrige Abtastrate.



Vertikalverstärker-Betriebsarten

Prinzipiell kann der HM305 im Digitalspeicherbetrieb mit den gleichen Betriebsarten arbeiten wie im analogen Betrieb mit Zeitablenkung. Es können so dargestellt werden:

- Kanal I einzeln,
- Kanal II einzeln,
- Kanäle I und II gleichzeitig,
- Summe der beiden Kanäle,
- Differenz der beiden Kanäle.

Abweichungen des Speicherbetriebs (gegenüber dem Analogoszilloskop-Betrieb) sind:

- Bei gedrückter Taste DUAL (gleichzeitige Signaldarstellung beider Kanäle) erfolgt die Aufnahme beider Eingangs-Signale gleichzeitig, da jeder Kanal über einen A/D Wandler verfügt. Die im Analog-Betrieb erforderliche Umschaltung zwischen gechopptem bzw. alternierendem Betrieb entfällt daher. Das Drücken der Taste CHOP. bleibt ohne Wirkung.
- Die alternierende Triggerung ist unwirksam.
- Wegen der hohen Wiederholfrequenz (ca. 400Hz) der Bilddarstellung kann Flackern nicht auftreten.

HAMEG-Schnittstelle

Über die, an der Rückseite des HM305 befindliche, 25polige D-SUB Steckerkupplung können die im Speicher befindlichen Signal-Daten zur Dokumentation entnommen werden.

Zur Dokumentation können zur Zeit folgende Geräte eingesetzt werden:

1. Der HAMEG Graphik-Printer HD148 mit Drucker-Anschlußkabel HZ84-2.
2. Der HAMEG Multifunktions-Bus HO79-5.

Die Dokumentation erfolgt mit dem Graphik-Printer HD148 ohne ein zusätzliches Interface. Dabei wird das im Speicherbetrieb aufgenommene Signal als "Hardcopy" auf Thermopapier dokumentiert.

Die mit dem Oszilloskop mögliche X-Dehnung (analog) wird nicht berücksichtigt, da der Graphik-Printer über eigene Dehnungsmöglichkeiten verfügt. Genauere Informationen sind der Bedienungsanleitung des Graphik-Printers zu entnehmen.

Der extern anschließbare Multifunktions-Bus HO79-5 bietet eine Vielzahl von unterschiedlichen Dokumentationsmöglichkeiten.

Am Interface HO79-5 stehen 3 Ports zur Verfügung:

PRINTER (25polige D-SUB Buchse) zum Anschluß von Drucker mit CENTRONICS-Anschluß.

RS232 (9polige D-SUB Buchse) für serielle Datenübertragung.

IEEE-488 (Buchse) für parallele Datenübertragung im "Device" und "Talk only" Betrieb.

Über jeden Port können die Signaldaten in den folgenden Formaten ausgegeben werden:

Binär-Format: Direkte Ausgabe der Signaldaten.

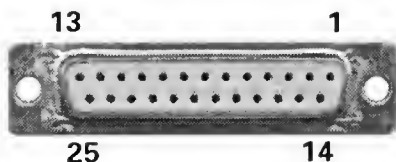
HPGL-Format: Zur graphischen Ausgabe der in HPGL konvertierten Signaldaten (z.B. für HPGL-kompatible Plotter).

PCL-Format: Graphische Dokumentation der Signaldaten auf PCL-kompatible Drucker.

EPSON-Grafik: Dokumentation der Signaldaten mit EPSON-kompatiblen Nadeldruckern.

Mechanischer Aufbau der HAMEG Schnittstelle:

Wie bereits erwähnt, befindet sich die 25polige D-SUB Steckerkupplung an der Rückseite des HM305.



Pin-Belegung und Bedeutung:

Pin	Name	Aktiv	Typ	Bedeutung
1	n.c.	-	-	-
14	HB0	-	Data	Bit 0 (LSB)
2	HB1	-	Data	Bit 1
15	HB2	-	Data	Bit 2
3	HB3	-	Data	Bit 3
16	HB4	-	Data	Bit 4
4	HB5	-	Data	Bit 5
17	HB6	-	Data	Bit 6
5	HB7	-	Data	Bit 7 (MSB)
18	+5VHB			Versorgungsspannung vom Scope ca. +4,5V/350mA
6	GND	-	-	-
19	-	-	-	-
7	-	-	-	-
20	-	-	-	-
8	-	-	-	-
21	DATAVAL	LOW	OUT	Daten gültig: L-Pegel
9	CLRACT	LOW	INP	Ausleseähler zurück- setzen: L-Pegel
22	CLKACT	HIGH	INP	Ausleseähler Takteingang: Steigende Flanke erhöht Auslese ähler-Adresse um 1
10	SRQ	HIGH	INP	Bedienungsanforderung: H-Pegel unterbricht internen Auslesetakt
23	HBWR	LOW	OUT	Lese-/Schreib-Umschaltung
11	TE	LOW	OUT	Senden ermöglichen: L-Pegel signalisiert Sendebereitschaft
24	HBRESET	LOW	INP	Single setzen: L-Pegel setzt RESET (LED leuchtet)

12	-	-	-
25	GND	-	Bezugspotential (digital)
13	GND	-	Bezugspotential (digital)

Erläuterung: INP = Eingangssignal für HM305
OUT = Ausgangssignal vom HM305
LOW = L-Pegel, 0 bis 0,8V
HIGH = H-Pegel, 2 bis 5V

Achtung!

Beim Anschluß externer Geräte an die HAMEG-Schnittstelle müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

Eingangsspannungen dürfen nur im Bereich 0....+5Volt liegen.

Die Ausgänge sind nicht kurzschlußfest; die Belastung darf eine Impedanz von 2k Ω nicht unterschreiten.

Auslesen des Datenspeichers:

Die folgenden Ausführungen dienen lediglich dem besseren Verständnis. Der Ablauf erfolgt mit dem HAMEG Graphik-Printer bzw. dem Interface HO79-5 weitgehend automatisch.

Vor dem Auslesen des Datenspeichers zeigen die Datenleitungen den Oszilloskoptyp an. Ist an HB0 und HB1 H-Pegel und liegt L-Pegel an allen anderen Datenleitungen, wird das Oszilloskop als HM305 erkannt.

Während des Auslesens führen die Datenleitungen die Pegel des Speicherinhalts.

Der Speicherinhalt wird wie folgt ausgelesen:

1. SRQ auf H-Pegel setzen = Bedienungsanforderung.
2. TE\ abfragen, bis L-Pegel die Bereitschaft des HM305 signalisiert.
3. CLRACT kurz auf L-Pegel setzen, damit der Ausleseähler auf Adresse 0 gesetzt wird.
4. CLKACT (clock address counter) mit einem L-H

Spannungssprung (steigende Flanke) versehen. Danach führen die Datenleitungen die Daten von Byte 0, bis die nächste steigende Flanke die Daten von Byte 1 zur Verfügung stellt. Es versteht sich von selbst, daß nach jeder steigenden eine fallende Flanke folgen muß (Rechteck-Signal).

Der Speicher muß stets komplett ausgelesen werden (4x2k), unabhängig von der Betriebsart des Oszilloskops (Mono/Dual). Die gültigen, d.h. auf dem Bildschirm angezeigten, 2k- Datenblöcke werden während des Auslesens derselben mit L-Pegel an DATAVAL angezeigt. Durch an der HAMEG-Schnittstelle angeschlossene Geräte werden nur die gültigen Datenblöcke dokumentiert.

Die Signaldatenausgabe erfolgt stets in der Reihenfolge:

2048 Byte Kanal I-Daten, 2048 Byte Kanal II-Daten, 2048 und weitere 4096 Byte Platzhalter-Daten. Bei der Ausgabe der Platzhalter-Daten ist DATAVAL\ generell auf H-Pegel geschaltet.

5. SRQ auf L-Pegel zurücksetzen, beendet das Auslesen und schaltet das HM305 in den Normal-Betrieb zurück.

Automatisches Auslesen von Einzelereignissen

Nachfolgend wird beschrieben, wie im SINGLE-Betrieb ausgelesen wird. Die Voraussetzung ist, daß die SINGLE-Taste gedrückt ist und das Oszilloskop mit der RESET-Taste auf ein Triggerereignis vorbereitet wurde.

Da das Verfahren weitgehend identisch ist mit den im vorherigen Teil erläuterten Einzelheiten, wird nur auf die Unterschiede eingegangen.

A: Zunächst wie unter 2. beschrieben die TE\ -Leitung abfragen. Mit TE\ LOW wird nun signalisiert, daß das HM305 ein Ereignis erfaßt hat und das Ende der Aufnahme erreicht wurde. Die Übernahme der Signaldaten hat in der beschriebenen Reihenfolge 1. bis einschließlich 5. zu erfolgen. TE\ (Punkt 2 der Beschreibung) hat dabei wieder seine normale Bedeutung.

B: HBRESET\ kurz auf L-Pegel setzen. Damit ist das HM305 wieder auf Triggerbereitschaft geschaltet und die RESET-LED leuchtet. Anschließend erneut wie unter A beschrieben verfahren.

Schreiben von Daten in den Speicher

Wie bereits erwähnt, ist es über die HAMEG-Schnittstelle des HM305 auch möglich, Daten in den Oszilloskop-Speicher zu schreiben, die zuvor auf einem Datenträger (z.B. Festplatte) gespeichert wurden. Sie können vom Rechner seriell (RS232) oder parallel (IEEE-488-Bus) über das Interface HO79-5 in den Speicher des HM305 gesendet werden.

Damit können auf Datenträgern gespeicherte Signale wieder mit voller X-Auflösung durch das Oszilloskop dargestellt werden., was mit dem Computer-Monitor wegen der üblicherweise schlechteren X-Auflösung der Graphik-Karten nicht möglich ist.

Um zu verhindern, daß die gesendeten Daten durch vom A/D-Wandler stammende Daten überschrieben werden, ist vor dem Senden die HOLD-Taste(n) zu drücken.

Die Schreibprozedur ist weitgehend identisch mit der Ausleseprozedur:

Schreibprozedur:

1. SRQ auf H-Pegel setzen = Bedienungsanforderung.
2. HBWR\ mit L-Pegel aktivieren. Damit wird der Oszilloskop-Speicher auf Schreiben geschaltet.
3. TE\ abfragen, bis L-Pegel die Bereitschaft des HM305 signalisiert.
4. CLRAC\ kurz auf L-Pegel setzen, damit der Schreibvorgang eingeleitet wird.
5. Die Daten für Byte 0 an die Datenleitungen legen.
6. CLKAC\ (clock address counter) mit einem L-H

pannungssprung (steigende Flanke) versehen. Die zuvor angelegten Daten werden dadurch in den Speicher geschrieben, gleichzeitig wird die Zähler-Adresse von Byte 0 auf Byte 1 geschaltet. Anschließend die Daten für Byte 1 anlegen und erneut eine steigende Flanke an CLKAC\ senden. Es versteht sich von selbst, daß nach jeder steigenden eine fallende Flanke folgen muß (Rechteck-Signal).

Mit CLKAC\ muß stets über den gesamten Speicher-Adressbereich ($4 \times 2k = 8192$ Takte) getaktet werden, unabhängig von der Betriebsart des Oszilloskops (Mono/Dual).

Wie bei der Signaldatenausgabe ist auch beim Einschreiben von Daten die Reihenfolge:

2048 Byte Kanal I-Daten, 2048 Byte Kanal II-Daten, 2048 und weitere 4096 Byte Platzhalter-Daten. Die Platzhalter-Daten werden nicht angezeigt und werden nur für interne Zwecke benötigt.

7. SRQ auf L-Pegel zurücksetzen, beendet das Einschreiben und schaltet das HM305 in den Normal-Betrieb zurück.

Sicherheitshinweis

Achtung: Alle Anschlüsse der Schnittstelle am Oszilloskop sind galvanisch mit dem Oszilloskop verbunden.

Messungen an hochliegendem Meßbezugspotential sind nicht zulässig und gefährden Oszilloskop, Interface und daran angeschlossene Geräte.

Bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise (siehe auch „Sicherheit“) werden Schäden an HAMEG-Produkten nicht von der Garantie erfaßt. Auch haftet HAMEG nicht für Schäden an Personen oder Fremdfabrikaten.

Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM305 zu überprüfen. Aus dem Test eventuell resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Innern des Gerätes sind in der Service-Anleitung beschrieben. Sie sollten jedoch nur von Personen mit entsprechender Fachkenntnis durchgeführt werden.

Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst alle Knöpfe mit Pfeilen in Kalibrierstellung stehen. Keine der Tasten soll gedrückt sein. **TRIG.**-Wahlschalter auf AC. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 20 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre, Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre im HM305 hat normalerweise eine gute Helligkeit. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist jedoch in Kauf zu nehmen. Sie ist röhrentechnisch bedingt. Zu geringe Helligkeit kann die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Dies erkennt man leicht an der dann stark vergrößerten Empfindlichkeit des Vertikalverstärkers. Der Einstellbereich für maximale und minimale Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des **INTENS.**-Einstellers der Strahl gerade verlöscht und bei Rechtsanschlag die Schärfe und Strahlbreite noch akzeptabel sind.

Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Rücklauf sichtbar sein. Auch bei gedrückter Taste XY muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen. Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsveränderungen immer neu fokussiert werden muß. Außerdem soll bei max. Helligkeit kein „Pumpen“ des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisation der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Die Potentiometer für minimale und maximale Helligkeit sind nur innen zugänglich.

Ebenfalls röhrentechnisch bedingt sind gewisse Toleranzen der Linearität und Rasterverzeichnung. Sie sind in Kauf zu nehmen, wenn die vom Röhrenhersteller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirms betroffen. Ebenso gibt es Toleranzen der Achsen- und Mittenabweichung. Alle diese Grenzwerte werden von HAMEG überwacht. Das Aussuchen einer toleranzfreien Bildröhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob sich die maximale Schärfe waagerechter und senkrechter Linien bei derselben **FOCUS**-Knopeinstellung ergibt. Man erkennt dies am besten bei der

Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1MHz). Bei normaler Helligkeit werden mit dem **FOCUS**-Regler die waagerechten Linien des Rechtecks auf die bestmögliche Schärfe eingestellt. Die senkrechten Linien müssen jetzt auch die maximale Schärfe haben. Wenn sich diese jedoch durch die Betätigung des **FOCUS**-Reglers verbessern läßt, ist eine Astigmatismus-Korrektur erforderlich. Hierfür befindet sich im Gerät ein Potentiometer von 47k Ω (siehe Service-Anleitung).

Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers

Beide Eigenschaften werden im wesentlichen von den Eingangsstufen bestimmt.

Einen gewissen Aufschluß über die Symmetrie beider Kanäle und des Y-Endverstärkers erhält man beim Invertieren (Taste **INVERT** drücken). Bei guter Symmetrie darf sich die Strahllage um etwa 5mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1cm. Größere Abweichungen weisen auf eine Veränderung im Vertikalverstärker hin.

Eine weitere Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Stellbereich der **Y-POS.**-Einstellung möglich. Man gibt auf den Y-Eingang ein Sinussignal von etwa 10-100kHz (Signalkopplung dabei auf **AC**). Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 8cm der **Y-POS. I**-Knopf nach beiden Seiten bis zum Anschlag gedreht wird, muß der oben und unten noch sichtbare Teil ungefähr gleich groß sein. Unterschiede bis 1cm sind noch zulässig.

Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa **20 Minuten Einschaltzeit** wird die Zeitlinie exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die vertikale Strahllage um nicht mehr als 5mm verändern.

Kalibration des Vertikalverstärkers

Die Ausgangsbuchsen des Kalibrators geben eine Rechteckspannung von **0,2V_{ss}** bzw. **2V_{ss}** ab. Sie haben normalerweise eine Toleranz von nur $\pm 1\%$. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen der 0,2V-Ausgangsbuchse und dem Eingang des Vertikalverstärkers her (Tastkopf 1:1), muß das aufgezeichnete Signal in Stellung **50mV/cm 4cm hoch** sein (Feineinstellknopf des Teilerschalter auf Rechtsanschlag **CAL.**; Signalkopplung **DC**). Abweichungen von maximal 1,2mm (3%) sind gerade noch zulässig. Wird zwischen der 2V-Ausgangsbuchse und Meßeingang ein **Tastteiler 10:1** geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe ergeben. Bei größeren Toleranzen sollte man erst klären, ob die Ursache im Vertikalverstärker selbst oder in der Amplitude der Rechteckspannung zu suchen ist. Unter Umständen kann auch ein zwischengeschalteter Tastteiler fehlerhaft oder

falsch abgeglichen sein, bzw. zu hohe Toleranzen haben. Gegebenenfalls ist die Kalibration des Vertikalverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (**DC**-Signalankopplung!). Die vertikale Strahllage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkkoeffizienten verändern.

Der Feineinstellknopf am Teilerschalter vermindert am Linksanschlag die Eingangsempfindlichkeit in jeder Schalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. Stellt man den Teilerschalter auf **50mV/cm**, soll sich die Kalibrator-signal-Höhe von 4cm auf mindestens 1,6cm ändern.

Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators mit kleiner Anstiegszeit (max. 5ns) möglich. Das Verbindungskabel muß dabei direkt am Vertikaleingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand (z.B. HAMEG HZ34 mit HZ22) abgeschlossen sein.

Zu kontrollieren ist mit 100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz und 1MHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 1MHz und einer Bildhöhe von 4-5cm, kein Überspringen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein. Bei den angegebenen Frequenzen dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. Einstellung: Ablenkkoeffizient **5mV/cm**; Signalkopplung auf **DC**; Y-Feinsteller in Kalibrationsstellung **CAL.**

Im allgemeinen treten nach Verlassen des Werkes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann.

Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. Der vor den Verstärker geschaltete **Eingangsteiler ist in jeder Stellung frequenzkompensiert**. Bereits kleine kapazitive Veränderungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit einem Rechtecksignal niedriger Folgefrequenz (z.B. 1kHz) erkannt. Wenn ein solcher Generator mit max. 40V_{ss} zur Verfügung steht, ist es empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen der Eingangsteiler zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Abgleichplan).

Hierfür ist jedoch noch ein kompensierter 2:1-Vorteiler erforderlich, der auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen werden muß. Er kann selbstgebaut werden. Wichtig ist, daß der Teiler abgeschirmt ist. Zum Selbstbau benötigt man an elektrischen Bauteilen

einen 1M Ω -Widerstand ($\pm 1\%$) und, parallel dazu, einen C-Trimмер 3/15pF parallel mit etwa 12pF. Diese Parallelschaltung wird einerseits direkt mit dem Vertikaleingang **I** bzw. **II**, andererseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in Stellung **5mV/cm** auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen (Feineinstellknopf auf **CAL.**; Signalkopplung auf **DC**; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschräge). Danach sollte die Form des Rechtecks in jeder Eingangssteilerstellung gleich sein.

Betriebsarten: CH.I/II, DUAL, ADD, CHOP., INVERT und XY-Betrieb

Wird die Taste **DUAL** gedrückt, müssen sofort zwei Zeitlinien erscheinen. Bei Betätigung der **Y-POS.**-Knöpfe sollten sich die Strahllagen gegenseitig nicht beeinflussen. Trotzdem ist dies auch bei intakten Geräten nicht ganz zu vermeiden. Wird ein Strahl über den ganzen Schirm verschoben, darf sich die Lage des anderen dabei um maximal 0,5mm verändern.

Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im oberen oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar sein. **TIME/DIV.**-Schalter dabei auf **2 μ s/cm**; Tasten **DUAL** und **CHOP.** drücken. Signalkopplung auf **GD**; **INTENS.**-Knopf auf Rechtsanschlag; **FOCUS**-Einstellung auf optimale Schärfe. Mit den beiden **Y-POS.**-Knöpfen wird eine Zeitlinie auf +2cm, die andere auf -2cm Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben. Nicht mit dem Zeit-Feinsteller auf die Chopperfrequenz (ca. 500kHz) synchronisieren! Mehrmals Taste **CHOP.** auslösen und drücken. Dabei müssen Strahlverbreiterung und periodische Schattenbildung vernachlässigbar sein.

Wesentliches Merkmal bei **I+II** (nur Taste **ADD** gedrückt) oder **+I-II**-Betrieb (Taste **INV.** **CHII** zusätzlich gedrückt) ist die Verschiebbarkeit der Zeitlinie mit **beiden Y-POS.**-Drehknöpfen.

Bei XY-Betrieb (**XY**-Taste gedrückt) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Dabei sollen die beiden Feinsteller auf Linksanschlag (**CAL.**) stehen und die Dehnungstaste **X-MAG. (x10)** nicht gedrückt sein. Gibt man das Signal des eingebauten Rechteckgenerators auf den Eingang von Kanal II, muß sich horizontal, wie bei Kanal I in vertikaler Richtung, eine Ablenkung von **4cm** ergeben (**50mV/cm**-Stellung).

Die Prüfung der Einzelkanaldarstellung mit der Taste **CHI/II** erübrigt sich. Sie ist indirekt in den oben angeführten Prüfungen bereits enthalten.

Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim HM305 sollte sie zwischen 3 und 5mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Stör- und Rauschpegel in sich. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten. (Hier sollte mit dem **LF** Triggerfilter gearbeitet werden).

Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50Hz und 1MHz bei automatischer Triggerung (**AT/NORM.**-Taste nicht gedrückt). Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung (**AT/NORM.**-Taste gedrückt) vorhanden ist. Hierbei muß eine **LEVEL**-Einstellung vorgenommen werden. Durch Drücken der **SLOPE**-Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM305 muß, bei einer Bildhöhe von etwa 5mm und **AC**- bzw. **DC**-Einstellung der Triggerkopplung, Sinussignale bis 100MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (Taste **TRIG. EXT.** gedrückt) sind mindestens 0,3V_{ss} Spannung (synchron zum Y-Signal) an der Buchse **TRIG. INP.** erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Dabei ist der Triggerkopplungs-Schalter in Stellung **TV** zu schalten. Die Umschaltung zwischen der Triggerung auf Bild- bzw. Zeilen-Synchronimpulse erfolgt bei TV-Triggerung durch den **TIME/DIV.**-Schalter. In den Schalterstellungen von **.5ms/div.** bis **.1µs/div.** wird auf **Zeilensynchronimpuls-Triggerung** geschaltet, während von **.2s/div.** bis **1ms/div.** **Bildsynchronimpuls-Triggerung** vorliegt. Die Flankenrichtung muß mit der **SLOPE**-Taste richtig gewählt sein. Sie gilt dann für beide Darstellungen.

Die TV-Triggerung ist dann einwandfrei, wenn bei zeilen- und bei bildfrequenter Darstellung die Amplitude des kompletten Videosignals (vom Weißwert bis zum Dach des Zeilenimpulses) zwischen 8 und 60mm bei stabiler Darstellung geändert werden kann.

Wird mit einem **Sinussignal ohne Gleichspannungsteil** intern oder extern getriggert, dann darf sich beim Umschalten von **AC** auf **DC** des **TRIG.**-Wahlschalters keine wesentliche Verschiebung des Signal-Startpunktes ergeben.

Werden beide Vertikal-Verstärkereingänge **AC**-gekoppelt an das gleiche Signal geschaltet und im alternierenden Zweikanal-Betrieb (nur Taste **DUAL** gedrückt) beide Strahlen auf dem Bildschirm exakt zur Deckung gebracht, dann darf auch so in keiner Stellung der Taste **CHI/II-TRIG.I/II**

oder beim Umschalten des **TRIG.**-Wahlschalters von **AC** auf **DC** eine wesentliche Änderung des Bildes sichtbar sein.

Eine Kontrolle der **Netztriggerung (50-60Hz)** in Stellung ~ des **TRIG.**-Wahlschalters ist mit einer netzfrequenten Eingangsspannung (auch harmonisch oder subharmonisch) möglich. Um zu kontrollieren, ob die Netztriggerung bei sehr kleiner oder großer Signalspannung nicht aussetzt, sollte die Eingangsspannung bei ca. 1V liegen. Durch Drehen des betreffenden Eingangsteilerschalters (mit Feinsteller) läßt sich die dargestellte Signalhöhe dann beliebig variieren.

Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die **Zeitlinie min. 10cm lang** ist. Andernfalls kann sie am Potentiometer X1 (siehe Abgleichplan) korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei der mittleren **TIME/DIV.**-Schalterstellung **20µs/cm** erfolgen. Vor Beginn der Arbeit ist der Zeit-Feinsteller auf **CAL.** einzurasten. Die Taste **X-MAG. (x10)** darf nicht gedrückt sein. Dies gilt solange, bis die einzelnen Zeitbereiche kontrolliert wurden.

Ferner ist zu untersuchen, ob die Zeitablenkung von links nach rechts schreibt. Hierzu Zeitlinie mit **X-POS.**-Einsteller auf horizontale Rastermitte zentrieren und **TIME/DIV.**-Schalter auf **.1s/div.** stellen (Wichtig nur nach Röhrenwechsel!).

Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau kalibrierten Sinusgenerator arbeiten. Seine Frequenztoleranz sollte nicht größer als ±0,1% sein. Die Zeitwerte des HM305 werden zwar mit ±3% angegeben; sie sind jedoch besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mindestens 10 Schwingungen, d.h. **alle cm ein Kurvenzug** abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe der **X-POS.**-Einstellung die Spitze des ersten Kurvenzuges genau hinter die erste vertikale Linie des Rasters gestellt. Die Tendenz einer evtl. Abweichung ist schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar.

Für häufige Routinekontrollen der Zeitbasis an einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist die Anschaffung eines Oszilloskop-Kalibrators empfehlenswert. Dieser besitzt auch einen quartzgenauen Markergeber, der für jeden Zeitbereich Impulse im Abstand von 1cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit Normaltriggerung (Taste **AT/NORM.** gedrückt) und **LEVEL**-Einstellung gearbeitet werden sollte.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Frequenzen für den jeweiligen Bereich benötigt werden.

Analogbetrieb-Bereiche | Speicherbetrieb-Bereiche

		50s/cm – 0.02Hz
		20s/cm – 0.05Hz
		10s/cm – 0.1Hz
		5s/cm – 0.2Hz
		2s/cm – 0.5Hz
		1s/cm – 1Hz
		0.5s/cm – 2Hz
0.2s/cm – 5Hz	0.2s/cm – 5Hz	0.1s/cm – 10Hz
0.1s/cm – 10Hz	0.1s/cm – 10Hz	50ms/cm – 20Hz
50ms/cm – 20Hz	50ms/cm – 20Hz	20ms/cm – 50Hz
20ms/cm – 50Hz	20ms/cm – 50Hz	10ms/cm – 100Hz
10ms/cm – 100Hz	10ms/cm – 100Hz	5ms/cm – 200Hz
5ms/cm – 200Hz	5ms/cm – 200Hz	2ms/cm – 500Hz
2ms/cm – 500Hz	2ms/cm – 500Hz	1ms/cm – 1kHz
1ms/cm – 1kHz	1ms/cm – 1kHz	0.5ms/cm – 2kHz
0.5ms/cm – 2kHz	0.5ms/cm – 2kHz	0.2ms/cm – 5kHz
0.2ms/cm – 5kHz	0.2ms/cm – 5kHz	0.1ms/cm – 10kHz
0.1ms/cm – 10kHz	0.1ms/cm – 10kHz	50µs/cm – 20kHz
50µs/cm – 20kHz	50µs/cm – 20kHz	20µs/cm – 50kHz
20µs/cm – 50kHz	20µs/cm – 50kHz	10µs/cm – 100kHz
10µs/cm – 100kHz	10µs/cm – 100kHz	5µs/cm – 200kHz
5µs/cm – 200kHz	5µs/cm – 200kHz	2µs/cm – 500kHz
2µs/cm – 500kHz	2µs/cm – 500kHz	1µs/cm – 1MHz
1µs/cm – 1MHz	1µs/cm – 1MHz	0.5µs/cm – 2MHz
0.5µs/cm – 2MHz	0.5µs/cm – 2MHz	0.2µs/cm – 5MHz
0.2µs/cm – 5MHz	0.2µs/cm – 5MHz	0.1µs/cm – 10MHz
0.1µs/cm – 10MHz	0.1µs/cm – 10MHz	

Drückt man die Taste **X-MAG. (x10)**, dann erscheint nur **alle 10cm** ($\pm 5\%$) ein Kurvenzug (Zeit-Feinsteller auf **CAL.**; Messung bei **5µs/cm**). Die Toleranz läßt sich aber leichter in Stellung **50µs/cm** erfassen (ein Kurvenzug pro cm).

HOLDOFF-Zeit

Die Änderung der **HOLDOFF**-Zeit beim Drehen des betr. Knopfes ist ohne Eingriff in den HM305 nicht zu kontrollieren. Immerhin kann die Strahlverdunklung (ohne Eingangssignal bei automatischer Triggerung) geprüft werden. Hierzu sind der **TIME/DIV.**-Schalter und sein Feinregler auf **Rechtsanschlag** einzustellen. Dann soll am Linksanschlag des Knopfes **HOLDOFF** der Strahl hell, am Rechtsanschlag dagegen merklich dunkler sein.

Komponenten-Tester

Nach Druck auf die **COMP.-TESTER**-Taste muß bei offener COMP. TESTER-Buchse sofort eine horizontale Strahl Linie von **ca. 8cm Länge** erscheinen. Verbindet man die COMP. TESTER-Buchse mit der Masse-Buchse, muß sich eine vertikale Linie von **ca. 6cm Höhe** zeigen. Die angegebenen Maße tolerieren etwas.

Korrektur der Strahlage

Die Strahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von $\pm 5^\circ$ zwischen der X-Ablenkplattenebene D1 / D2 und der horizontalen Mittellinie des Innenrasters. Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß das mit **TR** bezeichnete Potentiometer (rechts neben dem Bildschirm) nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahl Linie mit dem **TR**-Potentiometer etwas schräg **nach beiden Seiten** um die horizontale Rastermittellinie einstellen läßt. Beim HM305 mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von $\pm 0,57^\circ$ (1mm Höhenunterschied auf 10cm Strahllänge) zur Erdfeldkompensation.

Allgemeines

Die folgenden Hinweise sollen dem Service-Techniker helfen, am HM305 auftretende Abweichungen von den Sollwerten zu korrigieren. Dabei werden anhand des Testplanes erkannte Mängel besonders berücksichtigt. Ohne genügende Fachkenntnisse sollte man jedoch keine Eingriffe im Gerät vornehmen. Es ist dann besser, den schnell und preiswert arbeitenden HAMEG-Service in Anspruch zu nehmen. Er ist so nah wie Ihr Telefon. Unter der Direktwahl-Nummer 069/6780520 erhalten Sie auch technische Auskünfte. Wir empfehlen, Reparatureinsendungen an HAMEG nur im Originalkarton vorzunehmen. (Siehe auch „Garantie“, Seite M 2).

Öffnen des Gerätes

Löst man die zwei Schrauben am Gehäuse-Rückdeckel, kann dieser nach hinten abgezogen werden. Vorher ist der Netzkabel-Stecker aus der eingebauten Kaltgerätedose herauszuziehen. Hält man den Gehäusemantel fest, läßt sich das Chassis mit Frontdeckel nach vorn hinausschieben. Beim späteren Schließen des Gerätes ist darauf zu achten, daß sich der Gehäusemantel an allen Seiten richtig unter den Rand des Frontdeckels schiebt. Das gleiche gilt auch für das Aufsetzen des Rückdeckels.

Warnung

Beim Öffnen oder Schließen des Gehäuses, bei einer Instandsetzung oder bei einem Austausch von Teilen muß das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt sein. Wenn danach eine Messung, eine Fehlersuche oder ein Abgleich am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf das nur durch eine Fachkraft geschehen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Bei Eingriffen in den HM305 ist zu beachten, daß die Betriebsspannungen der Bildröhre ca. 2kV und die der Endstufen etwa 185V bzw. 141V betragen. Diese Potentiale befinden sich an der Röhrenfassung sowie auf der oberen und der unteren Leiterplatte. Solche Potentiale sind ferner an den Check-Leisten auf der unteren und der oberen Leiterplatte vorhanden. Sie sind lebensgefährlich. Daher ist größte Vorsicht geboten. Ferner wird darauf hingewiesen, daß Kurzschlüsse an verschiedenen Stellen des Bildröhren-Hochspannungskreises den gleichzeitigen Defekt diverser Halbleiter und des Optokopplers bewirken. Aus dem gleichen Grund ist das Zuschalten von Kondensatoren an diesen Stellen bei eingeschaltetem Gerät sehr gefährlich.

Kondensatoren im Gerät können noch geladen sein, selbst wenn das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt wurde. Normalerweise sind die Kondensatoren ca. 6 Sekunden nach dem Abschalten entladen. Da aber bei defektem Gerät eine Belastungsunterbrechung nicht auszuschließen ist, sollten nach dem Abschalten der Reihe nach alle Anschlüsse der Check-Leisten 1 Sekunde lang über 1k Ω mit Masse (Chassis) verbunden werden.

Größte Vorsicht ist beim Umgang mit der Strahlröhre geboten. Der Glaskolben darf unter keinen Umständen mit gehärteten Werkzeugen berührt oder örtlich überhitzt (Lötkolben!) oder unterkühlt (Kältespray!) werden. Wir empfehlen das Tragen einer Schutzbrille (Implosionsgefahr).

Nach jedem Eingriff ist das komplette Gerät (mit geschlossenem Gehäuse und gedrückter Netztaaste POWER) einer Spannungsprüfung mit 2200V Gleichspannung zu unterziehen (berührbare Metallteile gegen beide Netzpole). Diese Prüfung ist gefährlich und bedingt eine entsprechend ausgebildete Fachkraft.

Betriebsspannungen

Alle Betriebsgleichspannungen (+6,3V, +12V, -12V, +141V, +185V, -2025V) im HM305 werden bereits durch das Schaltnetzteil elektronisch stabilisiert. Die nochmals stabilisierte Spannung +12V ist einstellbar. Sie dient als Referenzspannung für die Stabilisierung der -12V und -2025V Gleichspannungen. Wenn eine der Gleichspannungen 5% vom Sollwert abweicht, muß ein Fehler vorliegen.

Für die Messung der Hochspannung darf nur ein genügend hochohmiges Voltmeter (>10M Ω) verwendet werden. Auf dessen ausreichende Spannungsfestigkeit ist unbedingt zu achten. In Verbindung mit einer Kontrolle der Betriebsspannungen ist es empfehlenswert, auch deren Brumm- bzw. Störspannungen zu überprüfen. Zu hohe Werte können oftmals die Ursache für sonst unerklärliche Fehler sein. Die Maximalwerte sind in den Schaltbildern angegeben.

Maximale und minimale Helligkeit

Für die Einstellung befinden sich auf der Netzteil-Leiterplatte zwei Trimm-Potentiometer. Sie dürfen nur mit einem gut isolierten Schraubendreher betätigt werden (Vorsicht Hochspannung). Beide Trimmer sind voneinander abhängig. Daher müssen die Einstellungen eventuell mehrmals wiederholt werden. Nach dem Abgleich ist zu kontrollieren, ob der Strahl auch bei gedrückter X-Y-Taste verdunkelt werden kann. Richtig eingestellt, müssen die im Testplan beschriebenen Forderungen erfüllt sein.

Astigmatismus

Auf der CRT-Leiterplatte (Strahlröhrenhals) befindet sich ein 47k Ω -Trimmer, mit dem der Astigmatismus bzw. das Verhältnis zwischen vertikaler und horizontaler Schärfe korrigiert werden kann (siehe Abgleichplan). Die richtige Einstellung ist auch abhängig von der Y-Plattenspannung (ca. +85V). Man sollte diese daher vorsichtshalber vorher kontrollieren. Die Astigmatismuskorrektur erfolgt am besten mit einem hochfrequenten Rechtecksignal (z.B. 1MHz). Dabei werden mit dem FOCUS-Knopf zuerst die waagerechten Rechtecklinien scharf eingestellt. Dann wird am Astigm.-Pot. 47k Ω die Schärfe der senkrechten

Linien korrigiert. In dieser Reihenfolge wird die Korrektur mehrmals wiederholt. Der Abgleich ist beendet, wenn sich mit dem **FOCUS**-Knopf allein keine Verbesserung der Schärfe in beiden Richtungen mehr erzielen läßt.

Triggerschwelle

Die interne Triggerschwelle sollte bei 3 bis 5mm Bildhöhe liegen. Sie hängt stark vom Komparator-IC ab. Falls aus zwingenden Gründen dieser Komparator ausgewechselt werden muß, kann es toleranzbedingt vorkommen, daß die Triggerung zu empfindlich oder zu unempfindlich ist oder auf Rauschen mit Richtungswechsel reagiert (siehe Testplan: *Kontrolle Triggerung*). In solchen Fällen sind die Hysteresis-Widerstände $3,32k\Omega$ am Komparator zu ändern. Im allgemeinen dürfen diese Widerstände höchstens halbiert oder verdoppelt werden. Eine zu niedrige Triggerschwelle kann Doppeltriggerung oder vorzeitige Auslösung durch Störimpulse oder Rauschen verursachen. Eine zu hohe Triggerschwelle verhindert die Darstellung sehr kleiner Signalthöhen.

Fehlersuche im Gerät

Aus Gründen der Sicherheit darf das geöffnete Oszilloskop nur über einen Schutz-Trenntransformator (Schutzklasse II) betrieben werden. Für die Fehlersuche werden ein Signalgenerator, ein ausreichend genaues Multimeter und, wenn möglich, ein zweites Oszilloskop benötigt. Letzteres ist notwendig, wenn bei schwierigen Fehlern eine Signalverfolgung oder eine Störspannungskontrolle erforderlich wird. Wie bereits erwähnt, ist die stabilisierte Hochspannung ($\sim 2000V$) sowie die Versorgungsspannung für die Endstufen lebensgefährlich. Bei Eingriffen in das Gerät ist es daher ratsam, mit **längeren vollisolierten Tastspitzen** zu arbeiten. Ein zufälliges Berühren kritischer Spannungspotentiale ist dann so gut wie ausgeschlossen.

Selbstverständlich können in dieser Anleitung nicht alle möglichen Fehler eingehend erörtert werden. Etwas Kombinationsgabe ist bei schwierigen Fehlern schon erforderlich. Wenn ein Fehler vermutet wird, sollte das Gerät nach dem Öffnen des Gehäuses zuerst gründlich visuell überprüft werden, insbesondere nach losen, bzw. schlecht kontaktierten oder durch Überhitzung verfärbten Teilen. Ferner sollten alle Verbindungsleitungen im Gerät zwischen den Leiterplatten, zu Frontchassisteilen, zur Röhrenfassung und zur Trace-Rotation-Spule innerhalb der Röhrenabschirmung inspiziert werden. Diese visuelle Inspektion kann unter Umständen viel schneller zum Erfolg führen als eine systematische Fehlersuche mit Meßgeräten.

Die erste und wichtigste Maßnahme bei einem völligen Versagen des Gerätes ist, abgesehen von der Prüfung der Netzsicherungen, das Messen der Plattenspannungen an der Bildröhre. In 90% aller Fälle kann dabei festgestellt werden, welches Hauptteil fehlerhaft ist. Als Hauptteile sind anzusehen:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. Y-Ablenkeinrichtung | 2. X-Ablenkeinrichtung |
| 3. Bildröhrenkreis | 4. Stromversorgung |

Während der Messung müssen die **POS**.-Einsteller der beiden Ablenkrichtungen möglichst genau **in der Mitte ihres Stellbereiches** stehen. Bei funktionstüchtigen Ablenkeinrichtungen sind die Einzelspannungen jedes Plattenpaares Y ca. 80V und X ca. 71V. Sind die Einzelspannungen eines Plattenpaares stark unterschiedlich, muß in dem zugehörigen Ablenkteil ein Fehler vorliegen. Wird trotz richtig gemessener Plattenspannungen kein Strahl sichtbar, sollte man den Fehler im Bildröhrenkreis suchen. Fehlen die Ablenkplattenspannungen überhaupt, ist dafür wahrscheinlich die Stromversorgung verantwortlich.

Austausch von Bauteilen

Beim Austausch von Bauteilen dürfen nur Teile gleichen oder gleichwertigen Typs eingebaut werden. Widerstände ohne besondere Angabe in den Schaltbildern haben (mit wenigen Ausnahmen) eine Belastbarkeit von 1/5W (Melf) bzw. 1/8W (Chip) und eine Toleranz von 1%. Widerstände im Hochspannungskreis müssen entsprechend spannungsfest sein. Kondensatoren ohne Spannungsangabe müssen für eine Betriebsspannung von 63V geeignet sein. Die Kapazitätstoleranz sollte 20% nicht überschreiten. Viele Halbleiter sind selektiert. Sie sind im Schaltbild entsprechend gekennzeichnet. Fällt ein selektierter Halbleiter aus, sollte auch der intakte Halbleiter des anderen Signalwegs erneuert werden. Beide Bauteile sind durch selektierte zu ersetzen, weil sich sonst Abweichungen der spezifischen Daten oder Funktionen ergeben können. Der HAMEG-Service berät Sie gern und beschafft selektierte oder Spezialteile, die nicht ohne weiteres im Handel erhältlich sind (z.B. Bildröhre, Potentiometer, Drosseln usw.).

Abgleich

Gemäß vielen Hinweisen in der Bedienungsanleitung, im Testplan und auf dem Abgleichplan lassen sich kleine Korrekturen und Abgleicharbeiten zwar ohne weiteres durchführen; es ist aber nicht gerade einfach, einen vollständigen Neuabgleich des Oszilloskops selbst vorzunehmen. Hierzu sind Sachverstand, Erfahrung, Einhaltung einer bestimmten Reihenfolge und mehrere Präzisionsmeßgeräte mit Kabeln und Adaptern erforderlich. Deshalb sollten Potentiometer und Trimmer im Innern des Gerätes nur dann verstellt werden, wenn die dadurch verursachte Änderung an der richtigen Stelle genau gemessen bzw. beurteilt werden kann, nämlich in der passenden Betriebsart, mit optimaler Schalter- und Potentiometer-Einstellung, mit oder ohne Sinus- oder Rechtecksignal entsprechender Frequenz, Amplitude, Anstiegszeit und Tastverhältnis.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netzaste (oben rechts neben Bildschirm) drücken.
Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an.

Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).

Keine weitere Taste drücken. **TRIG.**-Wahlschalter auf **AC**.

AT/NORM.-Taste nicht gedrückt. Eingangskopplungsschalter **CHI** auf **GD**.

Am Knopf **INTENS.** mittlere Helligkeit einstellen.

Mit den Knöpfen **Y-POS.I** und **X-POS.** Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.

Anschließend mit **FOCUS**-Knopf Zeitlinie scharf einstellen.

Betriebsart Vertikalverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.

Kanal II: Taste **CHI/II** gedrückt.

Kanal I und II: Taste **DUAL** gedrückt. Alternierende Kanalumschaltung: Taste **CHOP.** nicht drücken.

Chopper-Kanalumschaltung: Taste **CHOP.** drücken.

(Nur bei Signalen <1kHz oder Zeitkoeffizienten $\geq 1\text{ms/cm}$ mit gedrückter Taste **CHOP.** arbeiten)

Kanäle I+II oder -I-II (Summe): Nur Taste **ADD** drücken.

Kanäle -I+II oder +I-II (Differenz): Taste **ADD** und eine der Tasten **INVERT** drücken.

Betriebsart Triggerung

Triggerart mit Taste **AT/NORM.** wählen:

AT = Automatische Spitzenwert-Triggerung <20Hz-80MHz (ungedrückt).

NORM. = Normaltriggerung (gedrückt).

Trigger-Flankenrichtung: mit Taste **SLOPE \pm** wählen.

Interne Triggerung: Kanal wird mit Taste **TRIG.I/II (CHI/II)** gewählt.

Interne alternierende Triggerung: Taste **ALT.** (Y-Feld) drücken. **CHOP.** darf nicht gedrückt sein.

Externe Triggerung: Taste **TRIG. EXT.** drücken; Synchron-Signal (0,3V_{ss} - 3V_{ss}) an Buchse **TRIG. INP.** legen.

Netztriggerung: **TRIG.**-Wahlschalter auf \sim .

Triggerkopplung mit **TRIG.**-Wahlschalter **AC - DC - LF - TV** wählen. Frequenzbereiche der Triggerkopplung:

AC: <20Hz bis 100MHz; **DC:** 0 bis 100MHz; **LF:** 0 bis 1,5kHz.

TV für Synchronimpulsabtrennung von Videosignalen

TIME/DIV.-Schalter von **0,5ms/div.** bis **0,1 μ s/div.** = Zeilensynchronimpulse

TIME/DIV.-Schalter von **0,2s/div.** bis **1ms/div.** = Bildsynchronimpulse

Dabei richtige Flankenrichtung mit Taste **SLOPE \pm** wählen

(Synchronimpuls oben entspricht +, unten entspricht -).

Triggeranzeige beachten: **TR** LED neben **AT/NORM.**-Taste.

Speicherbetrieb

Betriebsart-Umschaltung mit Taste **STOR., MODE**-Anzeige leuchtet.

Aufzeichnungsart mit **MODE** wählen; **ROL** nur bei gedrückter **ms/s**-Taste.

Speicherinhalt mit **HOLD**-Tasten sichern:

Kanal I: Taste **HOLD I** drücken; Kanal II: Taste **HOLD II** drücken;

Kanal I und II (**DUAL**): Tasten **HOLD I und HOLD II** drücken;

Algebraische Addition (**ADD**): Taste **HOLD I** drücken.

Einzel-Zeitablenkung: Mit **MODE**-Taste auf **SGL** (**SINGLE**) schalten, dann **RESET** drücken.

RESET-Anzeige leuchtet bei Triggerbereitschaft. **RESET**-Anzeige erlischt nach erfolgter Aufnahme.

Aufzeichnung mit 50% Vorgeschichte: **PRE-TRIG.**-Taste drücken

(nicht im **ROLL-** und **s-Zeitbereich** des **REFRESH**-Betriebs).

Messung

Meßsignal den Vertikal-Eingangsbuchsen von **CHI** und/oder **CHII** zuführen.

Tastenteiler vorher mit eingebautem Rechteckgenerator **CAL.** abgleichen.

Meßsignal-Ankopplung auf **AC** oder **DC** schalten.

Mit Teilerschalter Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.

Am **TIME/DIV.**-Schalter Zeitkoeffizienten wählen.

Triggerpunkt mit **LEVEL**-Knopf einstellen (bei Normaltriggerung).

Komplexe oder aperiodische Signale evtl. mit vergrößerter **HOLD OFF**-Zeit triggern.

Amplitudenmessung mit Y-Feinsteller auf Rechtsanschlag **CAL.**

Zeitmessung mit Zeit-Feinsteller auf Rechtsanschlag **CAL.**

X-Dehnung x10: Taste **X-MAG. (x10)** drücken.

Externe Horizontalablenkung (**XY-Betrieb**) mit gedrückter Taste **XY** (X-Eingang: **CHII**).

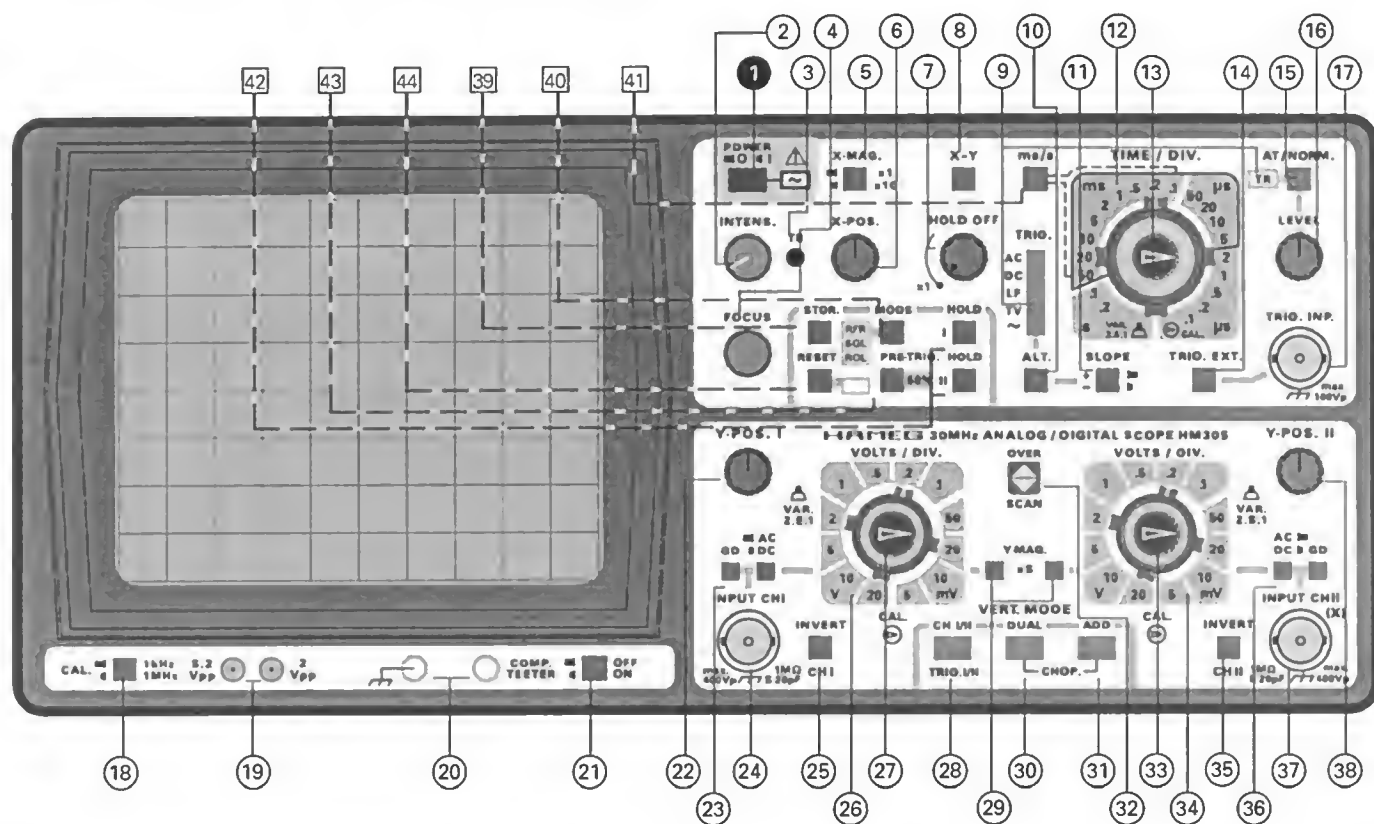
Bei hoher Vertikalempfindlichkeit (1mV/div.), entspr. Meß-Freq./-Aufgabe, LF Triggerfilter wählen.

Komponenten-Test

COMP. TESTER-Taste drücken. Bauteil zweipolig an **COMP. TESTER**-Buchsen anschließen.

Test in der Schaltung: Schaltung spannungsfrei und massefrei (erdfrei) machen. Netzstecker der zu testenden Schaltung ziehen, Verbindungen mit HM305 lösen (Kabel, Tastenteiler), dann erst testen.

Element	Funktion	Element	Funktion
① POWER (Taste + LED-Anzeige)	Netz Ein/Aus; Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an.	⑳ COMP. TESTER (Drucktaste)	Einschaltung des Komponenten-Testers; ON = ein, OFF = aus.
② INTENS. (Drehknopf)	Helligkeiseinstellung für den Kathodenstrahl	㉑ Y-POS.I (Drehknopf)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal I.
③ TR Trimpotentiometer (Einstellung mit Schraubenzieher)	Trace Rotation (Strahldrehung). Dient zur Kompensation des Erdmagnetfeldes. Der horizontale Strahl wird damit parallel zum Raster gestellt	㉒ GD-AC-DC (Drucktasten)	Tasten für die Eingangssignalankopplung von Kanal I. AC/DC-Taste gedrückt: direkte Ankopplung; AC/DC-Taste nicht gedrückt: Ankopplung über einen Kondensator; GD-Taste gedrückt: Eingang vom Signal getrennt, Verstärker an Masse geschaltet.
④ FOCUS (Drehknopf)	Schärfereinstellung für den Kathodenstrahl.	㉓ INPUT CH I (BNC-Buchse)	Signaleingang Kanal I, Eingangsimpedanz 1 M Ω /20 pF.
⑤ X-MAG. (x10) (Drucktaste)	Dehnung der X-Achse um den Faktor 10. Max. Auflösung 10 ns/cm.	㉔ INVERT CH I (Drucktaste)	Invertierung der Signaldarstellung von Kanal I. In Verbindung mit gedrückter ADD-Taste = Differenzdarstellung.
⑥ X-POS. (Drehknopf)	Strahlverschiebung in horizontaler Richtung	㉕ VOLTS/DIV. (12stufig. Drehschalter)	Eingangsteiler für Kanal I. Bestimmt die Y-Ablenkkoeffizienten in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/cm, mV/cm).
⑦ HOLD OFF (Drehknopf)	Verlängerung der Holdoff-Zeit zwischen den Ablenkperioden. Grundstellung = Linksanschlag.	㉖ VAR. GAIN (Drehknopf)	Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal I). Vermindert die Verstärkung max. um den Faktor 2,5. Kalibrierung am Rechtsanschlag (Pfeil nach rechts zeigend).
⑧ XY (Drucktaste)	Umschaltung auf XY-Betrieb. Zuführung der horiz. Ablenkspannung über den Eingang von Kanal II.	㉗ CH I/II-TRIG. I/II (Drucktaste)	Keine Taste gedrückt: Kanal I-Betrieb und Triggerung von Kanal I. Taste gedrückt: Kanal II-Betrieb und Triggerung von Kanal II. (Triggerumschaltung bei DUAL-Betr.).
Achtung! Bei fehlender Ablenkung Einbrenngefahr.		㉘ Y-MAG.x5 (Drucktasten)	Erhöht die Y-Verstärkung von Kanal I bzw. II um den Faktor 5. (Maximal 1 mV/cm).
⑨ TRIG. (Hebelschalter) AC-DC-LF-TV-~	Wahl der Triggerankopplung: AC: 10 Hz–100 MHz. DC: 0–100 MHz. LF: 0–1,5 kHz. TV: Triggerung für Bild und Zeile. ~: Triggerung mit Netzfrequenz.	㉙ DUAL (Drucktaste)	Taste nicht gedrückt: Einkanalbetrieb. Taste DUAL gedrückt: Zweikanalbetrieb mit alternierender Umschaltung. DUAL und ADD gedrückt: Zweikanalbetrieb mit Chopper-Umschaltung.
TR (LED-Anzeige)	Anzeige leuchtet, wenn Zeitbasis getriggert wird.	㉚ ADD (Drucktaste)	ADD allein gedrückt: Algebr. Addition. In Kombination mit INVERT Tasten: Differenzbetrieb.
⑩ ALT. (Drucktaste)	Die Triggerung wird im alternierenden DUAL-Betrieb abwechselnd von Kanal I und II ausgelöst.	㉛ OVERSCAN (LED-Anzeigen)	Richtungsanzeigen. Leuchten auf, wenn der Strahl den Bildschirm in vertikaler Richtung verläßt.
⑪ SLOPE +/- (Drucktaste)	Wahl der Triggerflanke. Taste nicht gedrückt: ansteigend, Taste gedrückt: fallend.	㉜ VAR. GAIN (Drehknopf)	Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal II). Vermindert die Verstärkung max. um den Faktor 2,5. Kalibrierung am Rechtsanschlag (Pfeil nach rechts zeigend).
⑫ TIME/DIV. (20stufiger Drehschalter)	Bestimmt Zeitkoeffizienten (Zeitablenkgeschwindigkeit) der Zeitbasis von 0,2 s/cm bis 0,1 μ s/cm.	㉝ VOLTS/DIV. (12stufig. Drehschalter)	Eingangsteiler für Kanal II. Bestimmt die Y-Ablenkkoeffizienten in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/cm, mV/cm).
⑬ Variable Zeitbasiseinstellung (Drehknopf)	Feineinstellung der Zeitbasis. Vermindert Zeitablenkgeschwindigkeit max. 2,5fach (Linksanschlag). Cal.-Stellung am Rechtsanschlag (Pfeil nach rechts).	㉞ INVERT CH II (Drucktaste)	Invertierung von Kanal II. In Verbindung mit gedrückter ADD-Taste = Differenzdarstellung.
⑭ TRIG. EXT. (Drucktaste)	Umschaltung auf externe Triggerung. Signalführung über BNC-Buchse TRIG. INP.	㉟ AC-DC-GD (Drucktasten)	Tasten für die Eingangssignalankopplung von Kanal II. Sonst wie ㉒.
⑮ AT/NORM. (Drucktaste)	Taste nicht gedrückt: Zeitlinie auch ohne Signal sichtbar, Triggerung autom. Taste gedrückt: Zeitlinie nur mit Signal, Normaltriggerung mit LEVEL ⑯	㊱ INPUT CH. II (BNC-Buchse)	Signaleingang Kanal II und Eingang für Horizontalablenkung im XY-Betrieb.
⑯ LEVEL (Drehknopf)	Triggerpegel-Einstellung	㊲ Y-POS.II (Drehknopf)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal II. Im XY-Betrieb außer Funktion.
⑰ TRIG. INP. (BNC-Buchse)	Eingang für externes Triggersignal. Taste TRIG. EXT. gedrückt.		
⑱ CAL. 1kHz/1MHz (Drucktaste)	Frequenz des Kalibrator-Ausgangs. Taste nicht gedrückt: ca. 1 kHz, Taste gedrückt: ca. 1 MHz.		
⑲ 0,2V-2V	Ausgänge des Rechteck-Kalibrators 0,2 V _{ss} und 2 V _{ss} .		
㉑ COMP. TESTER (4mm Buchsen)	Anschluß der Testkabel für den Komponenten-Tester		



Bedienungselemente für den Speicherbetrieb:

Element	Funktion	Element	Funktion
39 STOR. (Druck- taste)	Schaltet das Oszilloskop von Analog- (Druck- auf Speicher-Betrieb um.	42 HOLD I / II (Drucktasten)	HOLD I: Sicherung der Daten von Kanal I und Addition (ADD). HOLD II: Sicherung der Daten von Kanal II.
40 MODE (Tipptaste und LED-Anzeigen)	MODE-Anzeige zeigt Speicher-Betrieb und die Aufzeichnungsart an. Blinkt, wenn Zeitbereich falsch gewählt. RFR = REFRESH-Betrieb SGL = SINGLE (Einzelereignis-Erfassung) ROL = ROLL-Betrieb (50s/Div. bis 100ms/Div.)	43 PRE-TRIG. (Drucktaste)	Erfassung der Signal-Vorgeschichte mit 50% bezogen auf die Bildschirmdarstellung. Unwirksam im ROLL und bei REFRESH- Betrieb im s-Zeitbereich.
41 ms/s (Drucktaste)	Bei gedrückter Taste werden die gestrichelt umrandeten Werte der TIME/DIV.-Skala um den Faktor 1000 erweitert. (Sekunden-Zeitbereich).	44 RESET (Tipptaste; LED)	Bereitet auf Einzelereignis-Erfassung vor. LED zeigt Aufnahmebereitschaft an. LED erlischt nach Signalerfassung.

HAMEG[®]

Instruments

Oscilloscopes

Multimeters

Counters

Frequency

Synthesizers

Generators

R- and LC-

Meters

Spectrum

Analyzers

Power Supplies

Curve Tracers

Time Standards

Germany

HAMEG GmbH

Kelsterbacher Str. 15-19
60528 FRANKFURT am Main
Tel. (069) 67805 0
Telefax (069) 6780513

France

HAMEG S.a.r.l

5-9, av. de la République
94800-VILLEJUIF
Tél. (1) 4677 8151
Telefax (1) 4726 3544

Spain

HAMEG S.L.

Villarroel 172-174
08036 BARCELONA
Teléf. (9) 3 4301597
Telefax (9) 3 3212201

Great Britain

HAMEG LTD

74-78 Collingdon Street
LUTON Bedfordshire LU1 1RX
Phone (01582)413174
Telefax (01582)456416

United States of America

HAMEG, Inc.

1939 Plaza Real
OCEANSIDE, CA 92056
Phone (619) 630 4080
Telefax (619) 630 6507

HAMEG, Inc.

266 East Meadow Avenue
EAST MEADOW, NY 11554
Phone (516) 794 4080
Toll-free (800) 247 1241
Telefax (516) 794 1855

Hong Kong

HAMEG LTD

Flat 1, 4/F.
Crown Industrial Building
106 How Ming St., Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
Phone (852) 2 793 0218
Telefax (852) 2 763 5236